

DOUTORAMENTO EM GEOGRAFIA
GEOGRAFIA HUMANA

**Território, Conhecimento e Inovação
Económica:
O Espaço Relacional das Redes de I&D+I Dirigidas à
Saúde Humana com Amarração em Portugal**

Hélder Fernando da Costa Santos

D

2022



Com o apoio da Bolsa de Doutoramento SFRH/BD/70505/2010



Hélder Fernando da Costa Santos

**Território, Conhecimento e Inovação
Económica:
O Espaço Relacional das Redes de I&D+I Dirigidas à
Saúde Humana com Amarração em Portugal**

Tese realizada no âmbito do Doutoramento em Geografia, orientada pela Professora Doutora Teresa Maria Vieira de Sá Marques.

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

2022

Hélder Fernando da Costa Santos

Território, Conhecimento e Inovação Económica: O Espaço Relacional das Redes de I&D+I Dirigidas à Saúde Humana com Amarração em Portugal

Tese realizada no âmbito do Doutoramento em Geografia, orientada pela Professora Doutora Teresa Maria Vieira de Sá Marques.

Membros do Júri

Presidente:

Doutor Luis Paulo Saldanha Martins

Vogais:

Doutor Rui Jorge Gama Fernandes

Doutor Mário Adriano Ferreira do Vale

Doutor José Alberto Rio Fernandes

Doutora Teresa Maria Vieira de Sá Marques

Para o meu filho Dinis

Sumário

Declaração de honra	VI
Agradecimentos	VII
Resumo.....	VIII
Abstract	IX
Índice de Figuras	X
Índice de Quadros	XIII
Introdução.....	XVI
Parte I Território, Conhecimento e Inovação Económica.....	1
1. Do conhecimento.....	2
1.1. Introdução	2
1.2. A dimensão tácita e codificada do conhecimento	6
1.3. O modelo dos quadrantes de investigação científica.....	8
1.4. Os Modos de produção do conhecimento	11
1.5. Taxonomia do conhecimento dirigida às competências organizacionais	19
1.6. A perspetiva do conhecimento-base	22
1.7. A produção de conhecimento centrada nas organizações empresariais	27
1.8. A visão multidimensional dinâmica do conhecimento.....	39
1.9. O modelo multidimensional dinâmico do conhecimento	47
2. ...À inovação económica.....	52
2.1. Introdução	52
2.2. Inovação económica: definições e taxonomias	53
2.3. A inovação enquanto processo temporalmente dinâmico.....	57
2.4. A inovação enquanto processo cumulativo.....	60
2.5. A inovação enquanto processo incerto	63
2.6. A inovação enquanto processo variável.....	65
2.7. A origem da visão sistémica da inovação.	68
2.8. O modelo linear de inovação	71
2.9. O modelo interativo de ligações em cadeia	73
2.10. O Modelo multicanais de aprendizagem interativa	76
3. ...No espaço geográfico	86

3.1. Introdução	86
3.2. A geografia económica relacional.....	90
3.3. A multidimensionalidade da proximidade	95
3.4. Heurística das redes: a proximidade relacional na geografia da inovação	100
3.4.1. Comunidades de prática e comunidades epistémicas	105
3.5. O espaço relacional de proximidade geográfica: redes à escala local / regional.	114
3.5.1. Os modelos territoriais de inovação	116
3.5.2. Vantagens da aglomeração: economias e externalidades	123
3.5.3. Aprendizagem e difusão do conhecimento: processos de interação cara-a-cara e de <i>buzz</i> local.....	127
3.5.4. O espaço relacional de proximidade geográfica na inovação dirigida à humana ..	135
3.6. O espaço relacional de proximidade intermédia: redes à escala nacional	147
3.6.1. O espaço relacional à escala geográfica nacional na inovação dirigido à saúde humana	153
3.7. O espaço relacional distante: redes internacionais / globais transescalares e multiescalares	160
3.7.1. Mecanismos de interação à distância	165
3.7.2. A geografia relacional multiescalar dos processos de inovação.	169
3.7.3. O espaço relacional geograficamente distante na inovação dirigido à saúde humana.....	180
Parte II O Espaço Relacional das Redes de I&D+I Dirigidas à Saúde Humana com Amarração em Portugal.....	187
4. Quadro Metodológico.....	188
4.1. Metodologia de Análise de redes sociais	189
4.2. Recolha e estruturação dos dados.....	201
5. O espaço relacional dos projetos FCT dirigidos à saúde humana.....	207
5.1. Metodologia específica.....	207
5.2. Caracterização geral da base de dados FCT.....	209
5.3. Rede interdisciplinar	209
5.3.1. Fronteiras cognitivas e proximidade cognitiva	210
5.3.2. Trajetória cognitiva	219
5.4. Rede organizacional.....	221
5.4.1. Fronteiras organizacionais e proximidade organizacional	222

5.4.2. Trajetória organizacional	229
5.5. Rede institucional	237
5.5.1. Fronteiras institucionais e proximidade institucional	238
5.5.2. Trajetória institucional	242
5.6. Rede geográfica	243
5.6.1. Centralidade dos lugares	244
5.6.2. A escala local.....	246
5.6.3. A escala regional	249
5.6.4. A escala nacional	250
5.6.5. A escala Internacional	251
5.6.6. Trajetória territorial	255
5.6.7. Composição dos nós da rede geográfica por lugares	258
5.6.8. Especialização/diversificação territorial da base de conhecimento.....	263
5.7. Síntese conclusiva.....	270
6. O espaço relacional dos projetos CORDIS dirigidos à saúde humana.....	273
6.1. Metodologia específica	273
6.2. Caracterização geral da base de dados CORDIS	274
6.3. Rede organizacional.....	276
6.3.1. Fronteiras organizacionais e proximidade organizacional.	276
6.3.2. Trajetória organizacional	285
6.4. Rede institucional.....	289
6.4.1. Fronteiras institucionais e proximidade institucional	290
6.4.2. Trajetória institucional	293
6.5. Rede geográfica.....	295
6.5.1. A escala internacional.....	295
6.5.2. Trajetória territorial por países	299
6.5.3. Composição dos nós da rede geográfica por países.....	302
6.5.4. Composição dos nós da rede geográfica por lugares	310
6.5.5. Trajetória territorial por lugares	313
6.5.6. Composição dos nós da rede geográfica por lugares	316
6.6. Síntese conclusiva.....	318
7. O espaço relacional dos projetos INOV dirigidos à saúde humana	321
7.1. Metodologia específica	321

7.2. Caraterização Geral da Base de dados INOV	323
7.3. Rede das áreas tecnológicas e setores de aplicação	323
7.3.1. Fronteiras tecnológicas, setoriais e proximidade cognitiva.....	324
7.3.2. Trajetória tecnológica e setorial.....	328
7.4. Rede organizacional.....	330
7.4.1. Fronteiras organizacionais e proximidade organizacional	331
7.4.2. Trajetória organizacional	336
7.4.3. Relação organizações – áreas tecnológicas	340
7.4.4. Relação organizações – setores de aplicação	342
7.5. Rede institucional.....	343
7.5.1. Proximidade institucional e fronteiras institucionais	344
7.6. Rede geográfica.....	347
7.6.1. Centralidade dos lugares	348
7.6.2. A escala local.....	350
7.6.3. A escala regional	352
7.6.4. A escala nacional.....	353
7.6.5. A escala internacional.....	354
7.6.6. Trajetória territorial	356
7.6.7. Composição dos nós da rede geográfica por lugares	358
7.6.8. Especialização/diversificação territorial das áreas tecnológicas	361
7.6.9. Especialização/diversificação territorial dos setores de aplicação	373
7.7. Síntese conclusiva.....	380
8. Conclusão.....	384
Bibliografia	401

Anexos - podem ser consultados em documento próprio que acompanha esta Tese.

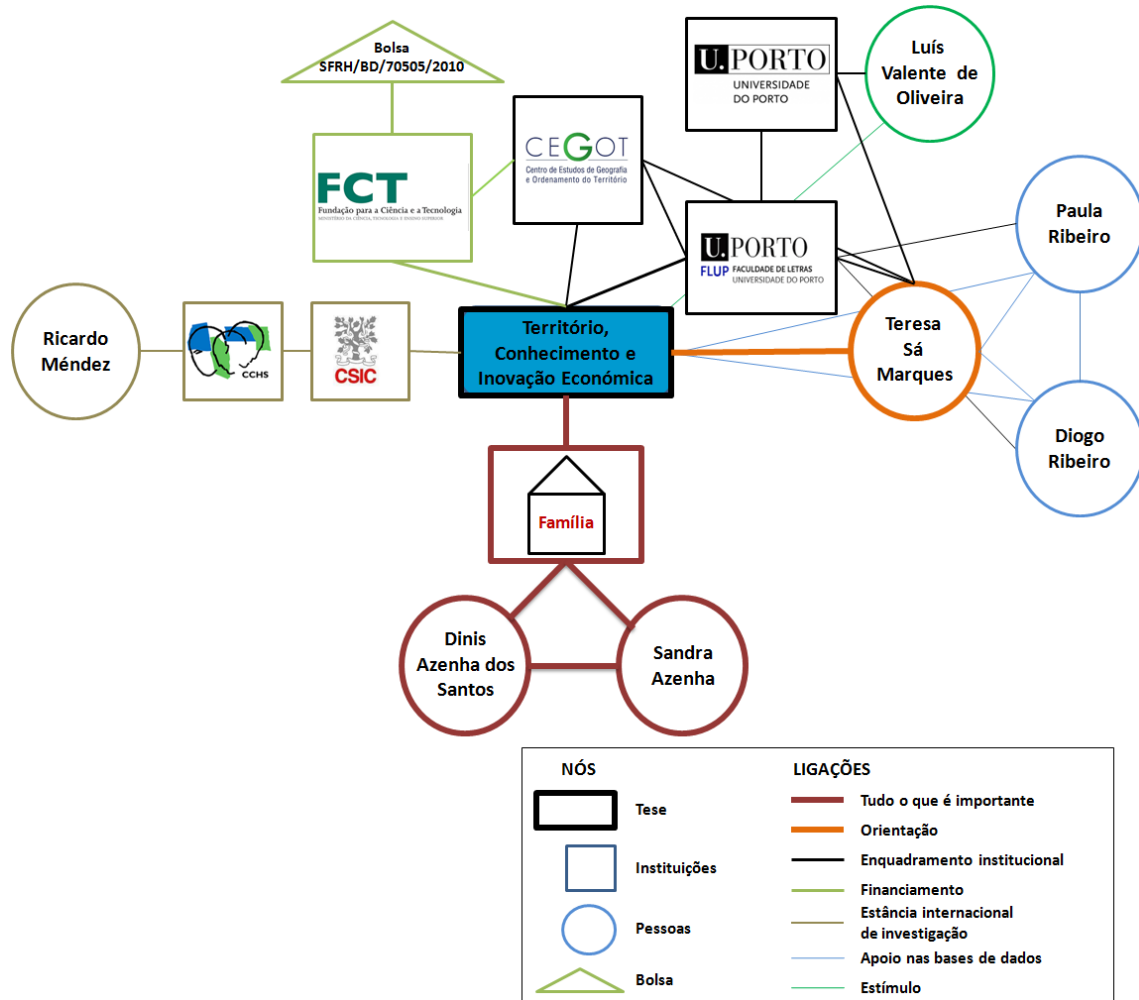
Declaração de honra

Declaro que a presente tese é de minha autoria e não foi utilizada previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referência. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Porto, Fevereiro/2022

Hélder Fernando da Costa Santos

Agradecimentos



Resumo

A partir da trilogia conceptual território-conhecimento-inovação económica, a pesquisa centra-se no espaço relacional das redes de investigação, desenvolvimento e inovação (I&D+I) dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal.

Na primeira parte, o conhecimento é o ponto de partida (e de chegada) para o processo de inovação. Primeiro caracteriza-se o contexto em que se processa a produção de conhecimento e o seu manuseamento ao nível organizacional, para se obter uma visão dinâmica multidimensional. Depois estabelece-se o conceito de inovação económica e debate-se a visão sistémica do processo de inovação e as suas geometrias variáveis.

Mas o território não é neutro nem está ausente nestes processos de produção de conhecimento e inovação. Assim, explora-se o carácter multidimensional da proximidade e a hermenêutica das redes, para desenvolver o debate teórico sobre as diferentes escalas geográficas envolvidas no espaço relacional da produção de conhecimento e inovação (dirigida à saúde humana).

A segunda parte é de natureza analítica. Apoiada pela metodologia de análise de redes sociais, exploram-se os processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana, a partir dos projetos FCT, CORDIS e INOV. Analisa-se a composição, a centralidade, as ligações e a estrutura das redes, permitindo examinar as dimensões cognitiva, organizacional, institucional e geográfica da proximidade.

A terminar, faz-se uma síntese comparativamente, atendendo à multidimensionalidade da proximidade. Prossegue-se com uma síntese conclusiva sobre a multiescalaridade das ligações e com a apresentação das características dos perfis territoriais resultantes da conjugação dos projetos FCT, CORDIS e INOV e a respetiva distribuição em Portugal. Por fim, apresentam-se as limitações desta investigação sob a forma de pistas para o desenvolvimento de novas pesquisas em torno dos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal.

Palavras-chave: Espaço Relacional; Redes de Conhecimento; Redes de Inovação; Proximidade Multidimensional; Inovação para a Saúde.

Abstract

This research draws on the tripartite concept of territory-knowledge-economic innovation to focus on the relational space of research, development and innovation (R&D+I) networks on human health in Portugal.

In the first part, knowledge is the point of departure (and of arrival) in the innovation process. With a view to characterising the background to the production of knowledge, directed at economic innovation and how it is addressed at organisational level, in order to obtain a dynamic multidimensional approach. Then we establish the concept of economic innovation and discuss the systemic view of the innovation process and its variable geometries.

However, the space is neither neutral nor is it absent in these processes of knowledge and innovation production. We thus explore the multidimensional nature of proximity and the hermeneutics of the networks. The purpose is to open the theoretical debate on the different geographical scales involved in the relational space of the production of knowledge and innovation (targetted at human health).

The second part is analytical. Supported by the methodology of social networks analysis, we explore the production processes of knowledge and innovation in human health, based on the FCT, CORDIS and INOV projects. The networks composition, centrality, links, and structure are analysed, allowing the exploration of the cognitive, organisational, institutional and geographical proximity.

A comparative summary is then made, taking into account the multidimensional aspects of proximity. This is followed by a concluding summary of the multiscale links and the presentation of the characteristics of the territorial profiles resulting from the combination of the FCT, CORDIS and INOV projects and their distribution in Portugal. Finally, the limitations of this research are presented in the form of suggestions for the development of future research on the knowledge and innovation process directed to human health in Portugal.

Key-words: Relational Space; Knowledge Networks; Innovation Networks; Multidimensional Proximity; Health Innovation

Índice de Figuras

FIGURA 1: MODELO DOS QUADRANTES DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	10
FIGURA 2: ESPIRAL DE CRIAÇÃO DE CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL.....	29
FIGURA 3: CICLO DA DESCOBERTA	35
FIGURA 4: DINÂMICA MULTIDIMENSIONAL – PLANO HORIZONTAL	48
FIGURA 5: DINÂMICA MULTIDIMENSIONAL – PLANO VERTICAL.....	49
FIGURA 6: DINÂMICA MULTIDIMENSIONAL – PLANO DIAGONAL	50
FIGURA 7: MODELO LINEAR DE INOVAÇÃO	72
FIGURA 8: MODELO INTERATIVO DE LIGAÇÕES EM CADEIA	73
FIGURA 9: MODELO MULTICANAIS DE APRENDIZAGEM INTERATIVA	77
FIGURA 10: CRIAÇÃO DE PIPELINES E A RELAÇÃO COMPLEMENTAR ENTRE <i>CLUSTERS</i> PERMANENTES E TEMPORÁRIOS	170
FIGURA 11: CONFIGURAÇÕES DAS REDES DE INOVAÇÃO	174
FIGURA 12: CONFIGURAÇÕES DAS REDES DE INOVAÇÃO	175
FIGURA 13: ESTRUTURA GENÉRICA DE UM HIPOTÉTICO SISTEMA GLOBAL DE INOVAÇÃO NA SAÚDE.....	177
FIGURA 14: REDE FCT (2004-2010) – RELAÇÕES E PROXIMIDADE INTERDISCIPLINARES (<i>OUT-DEGREE</i>).....	211
FIGURA 15: REDE FCT (2004 – 2010) – COMUNIDADES RELACIONAIS POR DOMÍNIO CIENTÍFICO (<i>OUT-DEGREE</i>)	214
FIGURA 16: REDE FCT (2004-2010) – RELAÇÕES COMBINADAS EXTERNAS ENTRE DOMÍNIOS CIENTÍFICOS.....	217
FIGURA 17: REDE FCT (2004 – 2010) – REDE INTERDISCIPLINAR POR BIÊNIOS (<i>OUT-DEGREE</i>)	220
FIGURA 18: REDE FCT (1999-2010) – REDE ORGANIZACIONAL COMPLETA (<i>IN-DEGREE</i>).	223
FIGURA 19: REDE FCT (1999-2010) – EVOLUÇÃO POR BIÊNIOS (<i>OUT-DEGREE</i>).....	230
FIGURA 20: REDE FCT (1999-2010) – REDE DE RELAÇÕES HOMOFÍLICAS.	240
FIGURA 21: REDE FCT (1999-2010) – SUBGRAFOS COM MAIOR NÚMERO DE RELAÇÕES ADJACENTES.	241
FIGURA 22: REDE FCT (1999-2010) – EVOLUÇÃO POR BIÊNIOS DAS COMUNIDADES SEGUNDO A ESFERA INSTITUCIONAL (<i>OUT-DEGREE</i>).....	242
FIGURA 23: REDE FCT (1999-2010) – REDE DE RELAÇÕES ENTRE LUGARES.	244
FIGURA 24: REDE FCT (1999-2010) – RELAÇÕES À ESCALA LOCAL.....	247
FIGURA 25: REDE FCT (1999-2010) – RELAÇÕES À ESCALA REGIONAL.....	249
FIGURA 26: REDE FCT (1999-2010) – RELAÇÕES À ESCALA NACIONAL.	250
FIGURA 27: REDE FCT (1999-2010) – RELAÇÕES À ESCALA INTERNACIONAL.....	252
FIGURA 28: REDE FCT (1999-2010) – SÍNTESES DAS RELAÇÕES DE PROXIMIDADE RELACIONAL À ESCALA LOCAL, REGIONAL E NACIONAL.....	254
FIGURA 29: REDE FCT (1999-2010) – EVOLUÇÃO DA REDE DE RELAÇÕES ENTRE LUGARES (<i>OUT-DEGREE</i>).	256
FIGURA 30: REDE FCT (1999-2010) – COMUNIDADES ORGANIZACIONAIS POR LUGARES (<i>IN-DEGREE</i>).	259
FIGURA 31: REDE FCT (1999-2010) – REDE DE RELAÇÕES DOS LUGARES COM A ÁREA CIENTÍFICA PRINCIPAL E SECUNDÁRIA (<i>OUT-DEGREE</i>).....	263
FIGURA 32: REDE FCT (1999-2010) – EVOLUÇÃO DA RELAÇÃO LUGARES – ÁREA CIENTÍFICA PRINCIPAL E SECUNDÁRIA. ..	268

FIGURA 33: REDE FCT (1999-2010) – EVOLUÇÃO DA RELAÇÃO LUGARES – DOMÍNIO CIENTÍFICO (TOTAL DE LIGAÇÕES). .	269
FIGURA 34: REDE CORDI (2000 – 2012) – REDE ORGANIZACIONAL COMPLETA (<i>OUT-DEGREE</i>).	277
FIGURA 35: REDE CORDIS (2000 – 2012) – EVOLUÇÃO POR BIÉNIOS (<i>OUT-DEGREE</i>).....	286
FIGURA 36: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES HOMOFÍLICAS.	291
FIGURA 37: REDE CORDIS (2000 – 2012) – SUBGRAFOS COM MAIOR NÚMERO DE RELAÇÕES ADJACENTES.	292
FIGURA 38: REDE CORDIS (2000-2012) – EVOLUÇÃO POR BIÉNIOS DAS COMUNIDADES SEGUNDO A ESFERA INSTITUCIONAL (<i>OUT-DEGREE</i>).....	294
FIGURA 39: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES ENTRE PAÍSES.....	296
FIGURA 40: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES DIRETAS ESTABELECIDAS POR PORTUGAL.....	297
FIGURA 41: REDE CORDIS (2000 – 2012) – EVOLUÇÃO DA REDE DE RELAÇÕES ENTRE PAÍSES (<i>OUT-DEGREE</i>)	300
FIGURA 42: REDE CORDI (2000 – 2012) – COMUNIDADES ORGANIZACIONAIS POR PAÍS (<i>OUT-DEGREE</i>).	303
FIGURA 43: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE PROJETOS COORDENADOS POR ORGANIZAÇÕES PORTUGUESAS.....	306
FIGURA 44: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE PROJETOS COM A PARTICIPAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES PORTUGUESAS.	309
FIGURA 45: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES ENTRE LUGARES (<i>IN-DEGREE</i>).....	311
FIGURA 46: REDE CORDIS (2000 – 2012) – EVOLUÇÃO POR BIÉNIO DA REDE POR LUGARES (<i>OUT-DEGREE</i>)	314
FIGURA 47: REDE CORDIS (2000 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES ENTRE ORGANIZAÇÕES POR LUGARES (<i>OUT-DEGREE</i>)....	317
FIGURA 48: REDE INOV (1991 – 2012) RELAÇÃO ÁREA TECNOLÓGICA – SETOR DE APLICAÇÃO (<i>IN E OUT-DEGREE</i>).	325
FIGURA 49: REDE INOV (1991 – 2012) – REDE ORGANIZACIONAL COMPLETA (<i>OUT-DEGREE</i>).....	332
FIGURA 50: REDE INOV (1991 – 2012) – EVOLUÇÃO POR BIÉNIO (<i>OUT-DEGREE</i>).	337
FIGURA 51: REDE INOV (1991 – 2012) – RELAÇÃO ORGANIZAÇÃO – ÁREA TECNOLÓGICA.....	341
FIGURA 52: REDE INOV (1991 – 2012) – RELAÇÃO INSTITUIÇÕES – SETORES DE APLICAÇÃO (<i>IN E OUT-DEGREE</i>).....	342
FIGURA 53: REDE INOV (1991 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES HOMOFÍLICAS.....	345
FIGURA 54: REDE INOV (1991 – 2012) – SUBGRAFOS COM MAIOR NÚMERO DE RELAÇÕES ADJACENTES.	346
FIGURA 55: REDE INOV (1991 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES ENTRE LUGARES.....	348
FIGURA 56: REDE INOV (1991 – 2012) – RELAÇÕES À ESCALA LOCAL.....	350
FIGURA 57: REDE INOV (1991 – 2012) – RELAÇÕES À ESCALA REGIONAL.....	352
FIGURA 58: REDE INOV (1991 – 2012) – RELAÇÕES À ESCALA NACIONAL.	354
FIGURA 59: REDE INOV (1991 – 2012) – RELAÇÕES À ESCALA NACIONAL.	355
FIGURA 60: REDE INOV (1991-2012) – SÍNTESE DAS RELAÇÕES DE PROXIMIDADE RELACIONAL À ESCALA LOCAL, REGIONAL E NACIONAL.....	356
FIGURA 61: REDE INOV (1991 – 2012) – EVOLUÇÃO POR BIÉNIOS DA REDE DE RELAÇÕES ENTRE CONCELHOS/CIDADES (<i>OUT- DEGREE</i>).....	357
FIGURA 62: REDE INOV (1991 – 2012) – REDE DE RELAÇÕES ENTRE ORGANIZAÇÕES POR LUGARES (<i>OUT-DEGREE</i>).....	360
FIGURA 63: REDE INOV (1991 – 2012) –RELAÇÕES DOS LUGARES COM AS ÁREAS TECNOLÓGICAS.	362
FIGURA 64: REDE INOV (1991 – 2012) – EVOLUÇÃO DA RELAÇÃO LUGARES – ÁREA TECNOLÓGICA (TOTAL DE LIGAÇÕES).	368

FIGURA 65: REDE INOV (1991 – 2012) – EVOLUÇÃO DA RELAÇÃO LUGARES – ÁREA TECNOLÓGICA.	369
FIGURA 66: REDE INOV (1991 – 2012) – ANÁLISE DAS RELAÇÕES LUGARES – SETOR DE APLICAÇÃO.	374
FIGURA 67: REDE INOV (1991 – 2012) – EVOLUÇÃO DA RELAÇÃO LUGARES – SETOR DE APLICAÇÃO (TOTAL DE LIGAÇÕES).	377
FIGURA 68: REDE INOV (1991 – 2012) – EVOLUÇÃO DA RELAÇÃO LUGARES – ÁREA TECNOLÓGICA.	378
FIGURA 69: NÚMERO DE ORGANIZAÇÕES SEGUNDO A ESFERA INSTITUCIONAL POR LUGARES E RESPECTIVAS LIGAÇÕES INTERCONTINENTAIS (A), INTRACONTINENTAIS (B) E NACIONAIS (C), RESULTANTES DOS PROJETOS FCT, CORDIS E INOV DIRIGIDOS À SAÚDE HUMANA.	393
FIGURA 70: CARATERÍSTICAS DOS PERFIS TERRITORIAIS RESULTANTES DA CONJUGAÇÃO DOS PROJETOS FCT, CORDIS E INOV DIRIGIDOS À SAÚDE HUMANA.	395
FIGURA 71: PERFIS LOCAIS RESULTANTES DA CONJUGAÇÃO DOS PROJETOS FCT, CORDIS E INOV DIRIGIDOS À SAÚDE HUMANA.	396

Índice de Quadros

QUADRO 1 - EXEMPLOS DA INFLUÊNCIA DO TRABALHO DE POLANYI NA LITERATURA SOBRE A INOVAÇÃO.....	8
QUADRO 2: CARATERIZAÇÃO DOS QUADRANTES DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA.	10
QUADRO 3: CARATERÍSTICAS DOS <i>MODOS</i> DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO.....	12
QUADRO 4: SISTEMA DO MODO 3 DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO.	18
QUADRO 5: CARATERÍSTICAS DA TAXONOMIA DO CONHECIMENTO.....	20
QUADRO 6: CARATERÍSTICAS DO CONHECIMENTO-BASE.....	25
QUADRO 7: CARATERÍSTICAS DO <i>EXPLORATION/EXPLOITATION KNOWLEDGE</i>	31
QUADRO 8: CARATERÍSTICAS MULTIDIMENSIONAIS QUE PROMOVEM A VARIABILIDADE DE FORMAS DE <i>EXPLORATION</i> E <i>EXPLOITATION</i> DO CONHECIMENTO.....	34
QUADRO 9: SÍNTESE DO CICLO DE DESCOBERTA.....	36
QUADRO 10: SÍNTESE DAS CARATERÍSTICAS DAS REDES NA PRODUÇÃO DE FORMAS DE <i>EXPLORATION</i> E <i>EXPLOITATION</i> DO CONHECIMENTO.....	37
QUADRO 11: MATRIZ EPISTEMOLÓGICA DA DINÂMICA MULTIDIMENSIONAL DO CONHECIMENTO.	40
QUADRO 12: MATRIZ ONTOLÓGICA DA DINÂMICA MULTIDIMENSIONAL DO CONHECIMENTO.....	42
QUADRO 13: SÍNTESE HERMENÊUTICA DA DINÂMICA MULTIDIMENSIONAL DO CONHECIMENTO.	45
QUADRO 14: CLASSIFICAÇÃO DA INOVAÇÃO.....	56
QUADRO 15: TAXONOMIA DE PAVITT (VARIABILIDADE SETORIAL DOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO).....	67
QUADRO 16: MODOS STI E DUI DE INOVAÇÃO.....	67
QUADRO 17: SÍNTESE DA CRÍTICA AO MODELO LINEAR DE INOVAÇÃO.....	72
QUADRO 18: ARTICULAÇÃO DOS MODOS DE INOVAÇÃO NO MODELO MULTICANAIS DE APRENDIZAGEM INTERATIVA.	80
QUADRO 19: VARIABILIDADE DOS ATRIBUTOS E DAS ATIVIDADES DO SISTEMA DE INOVAÇÃO.	83
QUADRO 20: SÍNTESE DAS CARATERÍSTICAS DA GEOGRAFIA ECONÓMICA RELACIONAL.....	91
QUADRO 21: DIMENSÕES NÃO TERRITORIAIS DE PROXIMIDADE.	97
QUADRO 22: CONHECIMENTO BASE E PROXIMIDADE POR ESTÁDIO DA INOVAÇÃO.....	99
QUADRO 23: PROPRIEDADES HERMENÊUTICAS DAS REDES PARA A ANÁLISE DA INOVAÇÃO ECONÓMICA.....	102
QUADRO 24 (A) E (B): SÍNTESE DAS CARATERÍSTICAS DAS COMUNIDADES DE PRÁTICA E DAS COMUNIDADES EPISTÉMICAS..	106
QUADRO 25: SÍNTESE DOS PRINCIPAIS MODELOS TERRITORIAIS DE INOVAÇÃO.....	118
QUADRO 26: SÍNTESE DAS VANTAGENS DAS ECONOMIAS DE AGLOMERAÇÃO.....	124
QUADRO 27: SÍNTESE DAS VANTAGENS DOS CONTACTOS CARA-A-CARA.....	128
QUADRO 28: SÍNTESE DAS VANTAGENS DO <i>BUZZ</i> LOCAL.....	130
QUADRO 29: MATRIZ DE RELAÇÃO DA PROXIMIDADE GEOGRÁFICA COM AS RESTANTES DIMENSÕES DE PROXIMIDADE.....	134
QUADRO 30: MATRIZ DE RELAÇÃO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA INTERMÉDIA COM AS RESTANTES DIMENSÕES DE PROXIMIDADE NO ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO.....	152
QUADRO 31: PROPRIEDADES ANALÍTICAS DAS REDES GLOBAIS DE PRODUÇÃO.....	164

QUADRO 32: SUPERAÇÃO DAS LIMITAÇÕES DA PROXIMIDADE GEOGRÁFICA ATRAVÉS DA PROXIMIDADE RELACIONAL TRANSESCALAR.	166
QUADRO 33: SÍNTESE DOS MECANISMOS DE INTERAÇÃO À DISTÂNCIA.	167
QUADRO 34: MITIGAÇÃO DA DISTÂNCIA GEOGRÁFICA ATRAVÉS DO ESPAÇO RELACIONAL.	168
QUADRO 35: TIPOS DE CONFIGURAÇÕES IDEAIS DOS SISTEMAS GLOBAIS DE INOVAÇÃO.	179
QUADRO 36: COMPONENTES PRINCIPAIS DUMA REDE.	193
QUADRO 37: TIPOS DE REDES.	194
QUADRO 38: SÍNTESE DAS MÉTRICAS DE ANÁLISE MORFOLÓGICA DAS REDES SOCIAIS.	195
QUADRO 39: ANÁLISE DOS ATORES DAS REDES SOCIAIS.	196
QUADRO 40: ANÁLISE DAS LIGAÇÕES DAS REDES SOCIAIS.	197
QUADRO 41: ANÁLISE DA ESTRUTURA DAS REDES SOCIAIS: CONEXÃO, DENSIDADE, CENTRALIZAÇÃO E COESÃO.	198
QUADRO 42: ANÁLISE DA ESTRUTURA DAS REDES SOCIAIS: SUBGRUPOS.	199
QUADRO 43: SÍNTESE DO TIPO DE INFORMAÇÃO RECOLHIDA.	202
QUADRO 44: CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO DAS MÚLTIPLAS DIMENSÕES DE PROXIMIDADE.	203
QUADRO 45: TIPOS DE REDE UTILIZADAS NA ANÁLISE DAS MÚLTIPLAS DIMENSÕES DE PROXIMIDADE.	204
QUADRO 46: INDICADORES PARA A ELABORAÇÃO DOS PERFIS TERRITORIAIS RESULTANTES DA CONJUGAÇÃO DOS PROJETOS FCT, CORDIS E INOV DIRIGIDOS À SAÚDE HUMANA.	205
QUADRO 47: ESTRUTURA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DAS REDES FCT.	208
QUADRO 48: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE INTERDISCIPLINAR.	210
QUADRO 49: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE ORGANIZACIONAL.	221
QUADRO 50: ESTRUTURA DE ANÁLISE DAS COMUNIDADES INSTITUCIONAIS.	238
QUADRO 51: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE GEOGRÁFICA.	243
QUADRO 52: REDE FCT (1999-2010) – MATRIZ DO TOTAL DE RELAÇÕES NACIONAIS, POR ESCALA GEOGRÁFICA DE PROXIMIDADE (LOCAL, REGIONAL E NACIONAL).	247
QUADRO 53: REDE FCT (1999-2010) – ESPECIALIZAÇÃO TERRITORIAL DE LISBOA, PORTO E COIMBRA, POR DOMÍNIO E ÁREA CIENTÍFICA (Nº TOTAL DE LIGAÇÕES ≥ 10).	264
QUADRO 54: REDE FCT (1999-2010) – ESPECIALIZAÇÃO TERRITORIAL DE BRAGA E AVEIRO, POR DOMÍNIO E ÁREA CIENTÍFICA (Nº TOTAL DE LIGAÇÕES ≥ 5).	265
QUADRO 55: REDE FCT (1999-2010) – ESPECIALIZAÇÃO TERRITORIAL DE ALMADA FARO E OEIRAS, POR ÁREA CIENTÍFICA (Nº TOTAL DE LIGAÇÕES ≥ 4).	266
QUADRO 56: REDE FCT (1999-2010) – ESPECIALIZAÇÃO TERRITORIAL DE OUTROS LUGARES, POR ÁREA CIENTÍFICA (Nº TOTAL DE LIGAÇÕES ≥ 3).	266
QUADRO 57: REDE FCT (1999-2010) – ESPECIALIZAÇÃO DAS RELAÇÕES INTERNACIONAIS, POR ÁREA CIENTÍFICA (Nº TOTAL DE LIGAÇÕES ≥ 3).	267
QUADRO 58: ESTRUTURA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DAS REDES CORDIS.	273
QUADRO 59: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE ORGANIZACIONAL.	276
QUADRO 60: ESTRUTURA DE ANÁLISE DAS COMUNIDADES INSTITUCIONAIS.	290

QUADRO 61: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE GEOGRÁFICA.	295
QUADRO 62: ESTRUTURA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DAS REDES INOV.	322
QUADRO 63: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE CONHECIMENTO BASE E SETORES DE APLICAÇÃO	324
QUADRO 64: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE ORGANIZACIONAL	330
QUADRO 65: ESTRUTURA DE ANÁLISE DAS COMUNIDADES INSTITUCIONAIS.	344
QUADRO 66: ESTRUTURA DE ANÁLISE DA REDE GEOGRÁFICA.	347
QUADRO 67: REDE FCT (1999-2010) – MATRIZ DO TOTAL DE RELAÇÕES NACIONAIS, POR ESCALA GEOGRÁFICA DE PROXIMIDADE (LOCAL, REGIONAL E NACIONAL)..	351
QUADRO 68: SÍNTESE COMPARATIVA DAS REDES COGNITIVAS (FCT E INOV)	385
QUADRO 69: SÍNTESE COMPARATIVA DAS REDES ORGANIZACIONAIS (FCT, CORDIS E INOV)	386
QUADRO 70: SÍNTESE COMPARATIVA DAS REDES INSTITUCIONAIS (FCT, CORDIS E INOV).	389
QUADRO 71: SÍNTESE COMPARATIVA DAS REDES GEOGRÁFICAS (FCT, CORDIS E INOV)	391

Introdução

Território, conhecimento e inovação económica são os conceitos angulares desta pesquisa cujo estudo de caso se centra no espaço relacional das redes de investigação, desenvolvimento e inovação (I&D+I) dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal. Analisa-se aquele que se pode considerar o período correspondente à primeira fase da estruturação, explicitamente intencional, de um sistema territorial de inovação em torno da saúde humana, sublinhado pela criação do *Health Cluster Portugal*, cuja fundação remonta a 2008, no âmbito das políticas de criação de *clusters* em Portugal. Daí que, o período de análise, com alguma variabilidade em função das fontes específicas, centra-se na exploração dessa década.

Até ao momento, os trabalhos sobre conhecimento e inovação dirigida à saúde humana em Portugal centram-se em torno de temas como: o empreendedorismo e capacitação das startups e *spin-offs* dedicadas à biotecnologia (Fontes, 2001; 2005; 2005a; 2007; 2007a; Fontes & Novais, 1998; Fontes & Coombs, 2001; Fontes, Sousa, & Videira, 2009); a capacidade de ancoragem das redes de conhecimento (Vale & Carvalho, 2013) e a emergência e o desenvolvimento de locais planeados de conhecimento a partir do caso do Biocant (Carvalho & Van Winden, 2017); a criação de um novo trajeto industrial em torno da biotecnologia na região Centro (Carvalho & Vale, 2018); a origem do *Health Cluster Portugal* (Santos, Cavaleiro, & Marques, 2010; Santos & Marques, 2012; Ramos, *et al.*, 2013); a comparação das redes de inovação da saúde com as de outras áreas de alta tecnologia (Salavisa, Sousa, & Fontes, 2012); e a geografia das redes multisetoriais de produção de conhecimento e inovação (Santos & Marques, 2013; Marques & Santos, 2013; Marques, Santos, & Ribeiro, 2015; Marques, Santos, & Ribeiro, 2016; Marques, Santos, & Ribeiro, 2020; Fernandes, Gama, & Barros, 2017; Gama, Barros, & Fernandes, 2018; Gama, *et al.*, 2020). No entanto, a exploração do espaço relacional da produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana com amarração em Portugal permanece subexplorado.

Assim, o objetivo central desta pesquisa é a caracterização do espaço relacional das redes de I&D+I dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal, efetuando-se análises globais e longitudinais que consideram a multidimensionalidade do conceito de proximidade em que se sustentam os processos de produção de conhecimento e inovação.

Este objetivo central subdivide-se em cinco objetivos principais, desdobrando-se cada um em objetivos específicos.

- i) Explorar a variabilidade do grau de proximidade cognitiva que sustenta estes processos de produção de conhecimento e inovação, relacionando-a conceptualmente com os modos de produção de conhecimento e com o conhecimento base de que partem os processos de inovação:
 - Identificar a composição das áreas de conhecimento envolvidas (domínios científicos, áreas científicas, áreas tecnológicas e setores de aplicação), delimitando assim as fronteiras cognitivas;
 - Caracterizar a centralidade das diferentes áreas de conhecimento envolvidas, identificando tendências de especialização em torno de determinados perfis de conhecimento;
 - Examinar as ligações que se estabelecem entre as diferentes áreas de conhecimento, identificando tendências para a criação de relações homofílicas ou heterofílicas e, conseqüentemente de redes endogâmicas ou exogâmicas;
 - Analisar a estrutura global da rede cognitiva, contribuindo para explorar o grau de coesão da rede e avaliar o potencial de fertilização cruzada de conhecimento.
- ii) Explorar a variabilidade do grau de proximidade organizacional que sustenta estes processos de produção de conhecimento e inovação, relacionando-a conceptualmente com a cumulatividade do processo de produção de conhecimento e as teorias organizacionais de produção e translação de conhecimento, assim como a interpretação sistémica da inovação:
 - Identificar a composição das organizações envolvidas, delimitando assim as fronteiras organizacionais;
 - Caracterizar a centralidade das diferentes organizações envolvidas, identificando as organizações mais centrais e as que desempenham determinados papéis de particular relevo neste processo de produção de conhecimento e inovação;
 - Deslindar as ligações que se estabelecem entre as diferentes organizações, identificando os pares organizacionais com maior proximidade relacional e, conseqüentemente o grau de seletividade organizacional;

- Analisar a estrutura global da rede organizacional, contribuindo para explorar o grau de coesão e hierarquização da rede e avaliar o potencial de polarização da rede em torno de determinadas organizações em particular.
- iii) Explorar a variabilidade do grau de proximidade institucional que sustenta estes processos de produção de conhecimento e inovação, relacionando-o conceptualmente com os modos de produção de conhecimento e com a visão sistémica da inovação, nomeadamente com os modelos de inovação de hélice tripla e quadrupla:
- Reconhecer a composição quanto às esferas institucionais envolvidas, delimitando assim as fronteiras institucionais;
 - Examinar, para as organizações mais centrais, a tendência para criarem proximidade institucional com atores da mesma esfera institucional (ligações homofílicas) ou com atores institucionalmente mais distantes (ligações heterofílicas);
 - Explorar as ligações que se estabelecem entre as diferentes esferas institucionais, identificando tendências para a criação de relações homofílicas ou heterofílicas e, conseqüentemente, de redes endogâmicas ou exogâmicas;
 - Analisar a estrutura global da rede institucional, contribuindo para identificar as esferas institucionais mais estruturadoras destas redes de produção de conhecimento e inovação.
- iv) Explorar a variabilidade do grau de proximidade geográfica que sustenta estes processos de produção de conhecimento e inovação, relacionando-o conceptualmente com as teorias da geografia da inovação, particularmente as múltiplas escalas de relacionamento dos sistemas territoriais de inovação:
- Identificar a composição geográfica por lugares envolvidos, identificando as organizações e as áreas de conhecimento presentes, delimitando assim as fronteiras geográficas e caracterizando as tendências de especialização/diversificação organizacional e cognitiva dos lugares;
 - Caracterizar a centralidade dos diferentes lugares envolvidas, identificando assim tendências de concentração em torno de determinados lugares;
 - Explorar as ligações que se estabelecem entre os diferentes lugares, a diferentes escalas, identificando tendências para a criação de redes multiescalares;

- Analisar a estrutura global da rede geográfica, contribuindo para explorar o grau de coesão da rede geográfica, de seletividade dos lugares envolvidos e de multiescalaridade do sistema territorial.
- v) A concluir, caraterizar o sistema territorial resultante das relações de produção de conhecimento e inovação, nomeadamente quanto à composição organizacional, quanto às diferentes escalas relacionais interorganizacionais, e quanto aos contextos locais que emergem do conjunto das redes de conhecimento e inovação analisadas:
- Identificar a composição organizacional por lugares, em função da esfera institucional a que pertence, procurando caraterizar a espessura organizacional e a diversidade institucional dos diferentes lugares envolvidos;
 - Representar as diferentes escalas geográficas, através das quais se estabelecem as ligações interorganizacionais, procurando caraterizar o espaço multiescalar deste sistema territorial com amarração a Portugal;
 - Definir perfis territoriais para os lugares de amarração das redes em Portugal, que emergem da análise destas redes de produção de conhecimento e inovação;
 - Representar e caraterizar o sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana que resulta destas redes.

Atendo aos objetivos enunciados, a tese estrutura-se em duas partes: a primeira de revisão e articulação conceptual e a segunda de explicitação metodológica, análise dos estudos de caso e apresentação das respetivas conclusões.

A exploração conceptual da trilogia território–conhecimento–inovação económica é o foco da primeira parte. Assim, no primeiro capítulo explora-se conceptualmente o processo de produção e translação do conhecimento, partindo da interpretação simultaneamente tácita e codificada do conhecimento, com um enfoque no conhecimento científico a partir do modelo dos quadrantes de investigação científica e caraterizando o contexto global em que se processa a produção do conhecimento, tipificado pelas sucessivas transições do Modo 1 para o Modo 2 e para o Modo 3 de produção do conhecimento. Direcionando a exploração para a operacionalização do processo de produção de conhecimento com o fim intencional de produzir inovação económica, debate-se a proposta de categorias taxonómicas do conhecimento e dos diferentes tipos de conhecimento base em que se enraízam as organizações económicas, prosseguindo-se com a exploração da literatura sobre o manuseamento do conhecimento em termos organizacionais. Por fim, sintetiza-se

uma visão dinâmica multidimensional do conhecimento dirigido à inovação económica, procurando apresentar os níveis epistemológico, ontológico e hermenêutico.

No segundo capítulo faz-se o estado da arte do processo de inovação económica. Começando por estabelecer o conceito de inovação económica e as suas diferentes taxonomias, prossegue-se com o debate das propriedades da inovação enquanto processo dinâmico, cumulativo e variável para se chegar ao carácter sistémico do processo de inovação (do modelo linear de inovação ao modelo multicanais de aprendizagem interativa, passando pelo modelo interativo de ligações em cadeia), que admite múltiplas vias para a inovação, dado o seu carácter dinâmico, emergindo assim geometrias variáveis quanto aos constituintes em termos de conhecimento, atores, instituições, ligações e formas de inovação.

O terceiro capítulo centra-se no território e inicia-se com o debate em torno do paradigma de geografia económica relacional (da inovação) e as suas pontes com a geografia económica institucional e evolucionista, prosseguindo-se com o carácter multidimensional da proximidade e a hermenêutica das redes nos processos de produção de conhecimento e inovação. De seguida, centra-se a exploração teórica nas diferentes escalas geográficas do espaço relacional da produção de conhecimento e inovação (escala local/regional, nacional e transnacional/global), tendo sempre a preocupação de, neste âmbito, explorar a literatura específica sobre a produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana.

A segunda parte é totalmente dedicada aos estudos de caso, efetuando-se uma análise global e longitudinal aos casos selecionados. Abre com um quarto capítulo metodológico, onde se dedica particular atenção à metodologia de análise de redes sociais (a principal metodologia a que se recorre nesta investigação), para além de clarificar os critérios de recolha e estruturação da informação.

O quinto capítulo explora os processos de produção de conhecimento dirigidos à saúde humana, a partir dos projetos financiados pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (rede FCT). Começa-se por apresentar a metodologia específica e uma caracterização geral da base de dados. Explora-se a rede interdisciplinar (proximidade cognitiva), a partir da análise das relações que se estabelecem entre as áreas científicas principal e secundária de cada projeto. Prossegue-se com a análise da rede organizacional (proximidade organizacional), a partir das ligações que se estabelecem entre as organizações

proponentes e as organizações participantes. De seguida centra-se a investigação na dimensão institucional (proximidade institucional), a partir da análise de comunidades por esfera institucional de pertença de cada uma das organizações envolvidas nesta rede de produção de conhecimento. Quase a terminar, examina-se a rede geográfica, a partir da localização das organizações envolvidas nestes projetos FCT, extraíndo as escalas geográficas envolvidas, a espessura organizacional dos diferentes lugares e a respetiva especialização/diversificação cognitiva. Por último elabora-se uma síntese com as principais conclusões parciais.

O sexto capítulo explora os processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana, a partir dos projetos financiados pela União Europeia com amarração em Portugal (rede CORDIS). Apresenta-se a metodologia específica e a caracterização geral da base de dados. A impossibilidade de acesso a dados que permitam analisar a proximidade cognitiva leva a que se prossiga com a exploração da rede organizacional, da rede institucional e da rede geográfica, à imagem do que foi efetuado no capítulo anterior, terminando também com uma síntese das principais conclusões parciais.

O sétimo capítulo explora os processos de produção de inovação dirigidos à saúde humana, a partir dos projetos reunidos pela Agência Nacional de Inovação (rede INOV). Mais uma vez se apresenta a metodologia específica e faz-se a caracterização geral da base de dados. Explora-se a relação das áreas tecnológicas com os setores de aplicação (proximidade cognitiva), a partir das correspondentes ligações identificadas em cada projeto e prossegue-se com a exploração da rede organizacional, da rede institucional e da rede geográfica, e faz-se uma síntese das principais conclusões parciais.

No término desta investigação, apresentam-se as principais conclusões, desde logo sintetizando conclusões comparativas entre os três casos de estudo em análise (FCT, CORDIS e INOV) para as dimensões cognitiva, organizacional, institucional e geográfica da proximidade. Prossegue-se com uma síntese conclusiva sobre a multiescalaridade das ligações e com a apresentação das características dos perfis territoriais resultantes da conjugação dos projetos FCT, CORDIS e INOV dirigidos à saúde humana e a respetiva distribuição em Portugal. Por fim, apresentam-se as limitações desta investigação sob a forma de pistas para o desenvolvimento de novas pesquisas em torno dos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal.

Parte I
Território, Conhecimento e Inovação
Económica

1. Do conhecimento...

“Scientia et potentia humana in idem coincidunt”

(Bacon, 1620 [1889], p. 192)

1.1. Introdução

A visão paradigmática que sustenta a era da economia do conhecimento/aprendizagem coloca o conhecimento no centro do debate teórico sobre o papel do território nos processos de inovação e, conseqüentemente, no desenvolvimento económico e respetivas políticas territoriais (Lundvall & Johnson, 1994; OCDE, 1996).

Na sua génese, o conceito da economia do conhecimento assentou na produção, distribuição e uso intensivos da informação e do conhecimento, essencialmente o científico, para o desenvolvimento económico, conduzido principalmente pela indústria de alta tecnologia e por serviços intensivos em conhecimento (Bush, 1945; Etzkowitz, 1983; OCDE, 1996; Stokes, 1997; Gibbons, *et al.*, 1994; Chersbrough, 2006).

Se a origem da imagem da economia do conhecimento assentou numa visão muito focada no papel do conhecimento científico dirigido às atividades de alta tecnologia, essa visão foi progressivamente ampliada a outras formas do conhecimento, ao ponto deste ser considerado o *input* e o *output* da economia em geral e a aprendizagem interativa passar a ser encarada como o processo de transformação central para o desenvolvimento da inovação económica, isto é, “knowledge is the crucial resource and learning is the most important process” (Lundvall & Johnson, 1994, p. 23). Daqui resulta o alargamento do paradigma da economia do conhecimento/aprendizagem a outras indústrias menos intensivas em tecnologia e a outros atores, abarcando o próprio contexto socio-institucional (Lundvall, 1988; 2006; 2010a; Lundvall & Johnson, 1994; Gibbons, *et al.*, 1994; Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002).

Na visão de Lundvall (2006, p. 8): “The learning economy concept signals that the most important change is, not the more intensive use of knowledge in the economy, but rather that knowledge becomes obsolete more rapidly than before”. Assume-se, assim, uma visão em que o conhecimento é a matéria e a aprendizagem é o processo substancial em que se sustenta a economia do conhecimento/aprendizagem, intimamente associada ao

processo de inovação (o fim), originando uma interpretação em que a matéria, o processo e o fim se sobrepõem e interagem de forma sistémica. Daí a opção por se dedicar este primeiro capítulo à exploração conceptual do conhecimento dirigido à inovação económica, em termos epistémicos, ontológicos e hermenêuticos. Pretende-se, essencialmente, construir uma visão que possibilite a análise do conhecimento enquanto sujeito multidimensional e dinâmico, na qual se possa enraizar a análise sistémica dos processos de inovação económica e a análise do espaço relacional desses processos sistémicos de inovação.

Por um lado, a literatura sobre a inovação (tema central do segundo capítulo) constrói uma visão sustentada na variabilidade das características multidimensionais do conhecimento. Esta variabilidade verifica-se em função dos setores e das tecnologias: nuns o conhecimento científico é o motor, ao passo que noutros é a acumulação de conhecimento e o conhecimento resultante de processos de *learning-by-doing* (Arrow, 1962), *learning by using* (Rosenberg, 1982) e *learning by interacting* (Lundvall B.-A., 1988); nuns as fontes de conhecimento são as universidades, noutros são as empresas, e/ou os mercados, e/ou as instituições; nuns, determinados domínios científicos são relevantes, atendendo às especificidades das aplicações científico-tecnológicas das atividade de inovação que desenvolvem e dos setores a que se dirigem, enquanto noutros, pelas mesmas razões, já são outros os domínios científicos relevantes (Malerba, 2006). A variabilidade do conhecimento verifica-se também em termos de graus de acessibilidade¹ com implicações no grau de possibilidades cumulativas do conhecimento² (Malerba F., 2006). A variabilidade observa-se ainda, em termos das propriedades de fluxo do conhecimento, com implicações na maior ou menor capacidade de absorção³ das empresas e com implicações na maior ou menor intencionalidade e possibilidades de *spillover*⁴ (Malerba F., 2006). Esta variabilidade do conhecimento reflete-se no desenho dos possíveis trajetos do processo de inovação. Aliás, partindo das características taxonómicas do conhecimento Jensen, *et al.* (2007), num esforço de síntese dos processos de inovação, verificam que estes não resultam numa via única, mas em dois canais

¹ "Opportunities of gaining knowledge that are external to firms and may be internal or external to the sector" (Malerba, 2006, p. 12).

² "The degree by which the generation of new knowledge builds upon current knowledge" (Malerba, 2006, p. 12).

³ "The ability to evaluate and utilize outside knowledge" (Cohen & Levinthal, 1990, p. 128).

⁴ O processo de derrame do conhecimento para além das fronteiras das organizações (Malerba, 2006).

estruturantes – *Science, Technology and Innovation (STI)* e *Doing, Using and Interacting (DUI)* – para onde confluem as múltiplas vias rasgadas pela variedade de possibilidades de conjugação do conhecimento, em função das características específicas quanto à origem, competências, produção, translação, aplicação e uso.

Por outro lado, ao admitir-se que, no processo de inovação económica, existem fluxos de conhecimento que ocorrem para além das fronteiras das empresas, é de esperar que os aspetos locativos desempenhem um papel, senão muito importante, pelo menos nunca neutro (tema central do terceiro capítulo). Se as organizações se estruturam para fomentarem a capacidade de absorção, isto é, o influxo de conhecimento como forma de aumentarem o grau de acessibilidade para aproveitarem o conhecimento externo e, simultaneamente, estratégias que, ora impeçam, ora estimulem o *spillover*, isto é, o efluxo do conhecimento em função das características do conhecimento e dos objetivos e das estratégias de inovação, está-se a admitir que o conhecimento e os processos de inovação económica ultrapassam as fronteiras das organizações e incluem uma importante dimensão territorial enquanto espaço relacional do conhecimento/inovação. Atendendo à influência direta da natureza multidimensional do conhecimento na inovação económica, é igualmente expectável que se possa encontrar uma diferenciação geográfica quanto à concentração do conhecimento/aprendizagem, geradora de uma diferenciação espacial da distribuição das atividades económicas e da conseqüente dimensão locativa na geografia da inovação económica (Feldman, 1994). Isto é, a natureza multidimensional do conhecimento, para além de permitir conjugações variáveis com implicações para a análise da inovação económica, exhibe igualmente propriedades variáveis que sustentam a análise à luz da geografia da inovação económica.

Pelo exposto, parece evidente e justificada a opção de iniciar esta primeira parte com um capítulo dedicado ao conhecimento dirigido à inovação económica. (1) Parte-se da proposta de Polanyi (1966) que sustenta a conceptualização da dimensão simultaneamente tácita e codificada, enquanto características intrínsecas, indissociáveis e universais do conhecimento. (2) Seguidamente, explora-se a conceptualização do conhecimento científico, aquele que mais ambiciona a explicitação. Apoiados, particularmente, no modelo dos quadrantes de investigação científica proposto por Stokes (1997), sustenta-se que este tem origem em diferentes misturas de preocupações e compromissos fundamentais e aplicados da investigação. (3) Prossegue-se com a

caraterização do contexto global em que se processa a produção do conhecimento, abrangendo a dimensão individual, organizacional e socioeconómica, a partir da visão de Gibbons, *et al.* (1994) que sustenta a transição, em curso e acelerada, do Modo 1 para o Modo 2, e os mais recentes trabalhos sobre a transição para o Modo 3 de produção do conhecimento (Carayannis & Campbell, 2011; 2012). (4) De seguida, agrega-se a operacionalização do conhecimento em diferentes categorias taxonómicas, construídas com a intencionalidade da análise económica e do respetivo recrutamento das competências necessárias ao processo de inovação, com influência nos modos ou estilos de inovação (Lundvall & Johnson, 1994; Lundvall B.-A., 1998; 2006; Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002; Jensen, *et al.*, 2007). (5) Prossegue-se com a exploração dos diferentes tipos de conhecimento base de onde partem as organizações para desenvolverem os processos de inovação económica (Asheim & Gertler, 2005; Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Asheim, 2011). (6) Prossegue-se com a exploração da literatura sobre o manuseamento do conhecimento em termos organizacionais. Começa-se por explorar a teoria da criação do conhecimento organizacional e a teoria da empresa criadora de conhecimento, como contributo para demonstrar o processo dinâmico espiralado, interpenetrante e interdependente da produção do conhecimento organizacional que, ao possibilitar a superação do paradoxo tácito e explícito do conhecimento, gera a reconfiguração e/ou a produção de novo conhecimento organizacional (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996; Takeuchi & Nonaka, 2004). (7) Segue-se a análise das formas de aprendizagem e de criação de conhecimento organizacional interpretadas à luz dos sistemas adaptativos – *exploration*, (*examination*), *exploitation* – procurando esclarecer o carácter cumulativo, específico, gradativo, transitivo e contínuo do conhecimento em termos da sua translação para novos contextos ou ao longo das diferentes etapas da cadeia de valor a que se dirige, reforçando-se assim a necessidade de considerar uma interpretação multidimensional dinâmica do conhecimento dirigido à inovação económica (March, 1991; Levinthal & March, 1993; Gilsing & Nooteboom, 2005; 2006; Cooke, 2005b; Cooke, *et al.*, 2006; Lavie, Stettner, & Tushman, 2010). (8) Por fim, ordenam-se as peças do *puzzle* (Kuhn, 1962 [1970]) para se produzir uma visão da dinâmica multidimensional do conhecimento dirigido à inovação económica, na qual se possa sustentar a correspondente exploração da dinâmica sistémica e complexa do espaço relacional da inovação económica.

1.2. A dimensão tácita e codificada do conhecimento

O ponto de partida para a exploração do conhecimento enquanto essência do processo de inovação económica territorialmente contextualizado é, numa dimensão epistemológica, a obra *The Tacit Dimension* de Polanyi (1966).

Nesta perspetiva antropológica substantivista (Machado, 2012), por um lado, o conhecimento é conceptualizado enquanto constructo pessoal e público. Segundo a interpretação de Polanyi (1966), os indivíduos constroem o conhecimento a partir das suas experiências, num processo social, em que estes, no seu dia-a-dia, se envolvem com objetos, acrescentando conhecimento àquele que herdaram por processos de interação social. Neste sentido, a construção do conhecimento é um processo simultaneamente individual e de grupo (logo interativo e em rede). Por outro lado, a ideia de que “we can know more than we can tell” (Polanyi, 1966, p. 4) é o ponto de partida para sustentar a tese de que muito do nosso conhecimento não pode ser codificado. No entanto, perante os meios apropriados, somos capazes de comunicar o nosso conhecimento através de indicações que vamos transmitindo para que possa ser compreendido. Não sendo capazes de o dizer, por via doutras ações de comunicação, somos capazes de o demonstrar. Esta é a dimensão tácita do nosso conhecimento.

Assim, com base nesta interpretação, o conhecimento é composto simultaneamente por duas dimensões indissociáveis: a dimensão codificada ou explícita e a dimensão tácita. Não significa que existam duas formas distintas de conhecimento – o tácito e o explícito. Pelo contrário, significa que o conhecimento é uma unidade composta simultaneamente pelas dimensões tácita e explícita. A diferença reside na variabilidade do grau de possibilidades de codificação do conhecimento. Isto é, o conhecimento pode exibir um pendor mais explícito ou um pendor mais tácito, mas ambas as dimensões estão sempre presentes. Desta forma conclui-se que “(...) in general, an explicit integration cannot replace its tacit counterparts” (Polanyi, 1966, p. 20).

A dimensão explícita ou codificada caracteriza-se por ser estruturada, codificável em códigos universais, o que facilita a sua partilha. A dimensão tácita é uma dimensão pessoal e subjetiva do conhecimento, própria do contexto, difícil de formalizar e de codificar e, como tal, difícil de transmitir. Tem uma forte componente prática e técnica (Polanyi, 1966), constituída por várias camadas (Asher & Popper, 2019). No entanto, a dimensão

tácita conjuga o *knowing how*, correspondente a essa mesma dimensão técnica, com o *knowing what* centrada na estrutura cognitiva do indivíduo, nos seus valores, ideais, emoções, intuições, permitindo a compreensão do mundo envolvente. Estes dois aspetos têm uma estrutura similar e um não está presente sem o outro – “it is difficult to separate mentally the features from their meaning” (Polanyi, 1966, p. 12) – apesar de um ser mais intelectual e o outro mais prático.

O conhecimento científico não está imune a esta dupla dimensão do conhecimento. Uma parte considerável da obra de Polanyi (1966) debruça-se precisamente sobre a dimensão tácita no conhecimento científico para demonstra esta universalidade da indissociabilidade desta dupla natureza do conhecimento, mesmo nos casos em que ele resulta do método científico.

Por um lado, apesar do forte carácter explícito da dimensão codificada do conhecimento, este contém sempre uma dimensão técnica e até uma parte da estrutura cognitiva individual que não podemos transmitir por códigos. Nem mesmo o conhecimento científico, que na sua essência ambiciona a explícita codificação, escapa à natureza tácita logo no ponto de partida para a construção do conhecimento científico, isto é, no momento do orto da dúvida. Por outro lado, apesar da forte componente prática e técnica da dimensão tácita – *knowing how* – esta é impraticável sem a estrutura cognitiva dos indivíduos – *knowing what* – pelo que há sempre um quinhão explícito indissociável da dimensão tácita.

Assim, dirigindo o trabalho de Polanyi (1966) ao contexto das organizações económicas, Takeuchi e Nonaka (2004, p. 19) consideram que, por um lado, a dimensão explícita do conhecimento é aquela que pode ser expressa em palavras, números, sons, imagens e outros códigos, possibilitando a sua rápida transmissão entre indivíduos, de forma estruturada e sistemática como informação, dados, fórmulas, apoiada nos mais diversos meios formais de comunicação, inclusivamente manuais, especificações de produtos recorrendo cada vez mais às tecnologias de informação e comunicação. Por outro lado, a dimensão tácita do conhecimento não é facilmente visível e transmissível, mas antes pessoal, difícil de formalizar, de comunicar e de partilhar.

Isto deve-se, por um lado, ao domínio técnico da dimensão tácita do conhecimento, profundamente enraizado nas ações e na experiência corporal do indivíduo, muito relacionado com o seu know-how e, por outro lado, ao domínio cognitivo da dimensão tácita do conhecimento, profundamente enraizada nos

ideais, valores, emoções, percepções e modelos mentais incorporados no indivíduo, de difícil articulação, mas fundamental para a leitura e compreensão que o sujeito faz do mundo.

A influência do trabalho de Polanyi (1966) sente-se transversalmente nos trabalhos das ciências sociais dirigidos à inovação económica, particularmente naqueles radicados na gestão das organizações, na economia, na sociologia e na geografia económica, como se demonstra no Quadro 1.

Quadro 1 - Exemplos da influência do trabalho de Polanyi na literatura sobre a inovação.

Influenciadas da dimensão tácita do conhecimento na literatura da inovação
Os trabalhos sobre gestão do conhecimento de Nonaka, Umemoto e Senoo (1996) e Takeuchi e Nonaka (2004) onde se inclui a construção teórica em torno da empresa criadora do conhecimento (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996; Nonaka I., 2004) e a teoria de criação de conhecimento organizacional (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996; Nonaka & Takeuchi, 2004);
O trabalho de Gibbons et al. (1994) sobre o Modo 1 e 2 de produção do conhecimento e a subsequente evolução conceptual para o modo 3 (Carayannis & Campbell, 2006);
Os trabalhos de Lundvall e Johnson (1994), Lundvall (1998; 2006) e Johnson, Lorenz, e Lundvall (2002) sobre os processos de aprendizagem interativa e a proposta taxonómica do conhecimento – <i>know-what, know-why, know-how e know-who</i> – que incorpora a complexidade do processo de armazenamento e partilha do conhecimento quer ao nível individual quer ao nível das competências organizacionais e do desenvolvimento de organizações aprendentes (Asher & Popper, 2019; Ganguly, Talukdar, & Chatterjee, 2019);
A conceptualização do conhecimento base, isto é, o conhecimento no qual as empresas enraízam os processos de inovação – analítico, sintético e simbólico (Asheim & Gertler, 2005; Asheim & Coenen, 2005; Moodysson, Coenen & Asheim, 2006; Asheim, Coenen & Vang 2007);
A literatura sobre o <i>spillover</i> do conhecimento que sustenta que uma das principais vantagens da aglomeração geográfica das atividades económicas passa precisamente pela possibilidade de translação da dimensão tácita do conhecimento, através de processos formais ou informais de interação entre compradores, fornecedores e outras instituições, e por processos de socialização, contribuindo para elevar os níveis de inovação e convertendo a localização numa possível vantagem competitiva (Audretsch & Aldridge, 2009; Lee, 2020), argumentação esta que se constitui como uma das pedras angulares em que se apoiam as teorias dos <i>clusters</i> (Porter, 1990; 1998), dos distritos industriais (Becattini G., 2002; Becattini, Bellandi, & De Propriis, 2009) ou dos sistemas regionais de inovação (Cooke P., 2001a; 2004a).
Uma parte considerável da argumentação sobre a territorialidade dos processos de translação do conhecimento, com o intuito de esclarecer as razões que conduzem à maior ou menor tendência para a concentração territorial dos processos de inovação económica, em função das características do conhecimento específico envolvido e dos subsequentes processos de comunicação cara-a-cara, <i>buzz</i> local, <i>buzz</i> global, e <i>pipelines</i> globais (Bathelt, MalMBERG, & Maskell, 2004; Gertler & Levitte, 2005; Moodysson, 2008; Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Storper & Venables, 2005).

Fonte: elaboração própria a partir das obras referidas no quadro.

1.3. O modelo dos quadrantes de investigação científica

A produção de conhecimento segundo o método científico, institucionalizado nas universidades e institutos de investigação, não está isento desta dimensão tácita e explícita do conhecimento como sustenta Polanyi (1966). A este propósito Senker (1993), focando-se particularmente no conhecimento científico conclui que o conhecimento tácito científico e tecnológico difere do conhecimento tácito em geral apenas em termos da

consciência e da intencionalidade dos esforços feitos para o desenvolvimento dessa dimensão tácita. Consta que os *inputs* científicos e tecnológicos dirigidos à inovação incorporam uma componente tácita considerável, cuja aquisição se faz apenas pela experiência prática. Reforça ainda a ideia de que o conhecimento tácito se origina em várias fontes e aponta a interação pessoal como o veículo de transmissão entre diferentes sítios. No fundo, sustenta a relação próxima entre a investigação aplicada e a investigação pura no processo de codificação da dimensão tácita do conhecimento científico. Desta forma, conclui que, apesar do rápido aumento dos *stocks* de conhecimento científico codificado e do crescimento da I&D industrial, a inovação continua a basear-se profundamente na dimensão tácita do conhecimento (Senker, 1993). Ainda assim, a distinção entre conhecimento tácito e codificado é, por si só, demasiado simplista para explicar os processos cada vez mais complexos de aprendizagem interativa e os padrões geográficos de criação de conhecimento (Asheim, Grillitsch, & Trippl, 2017).

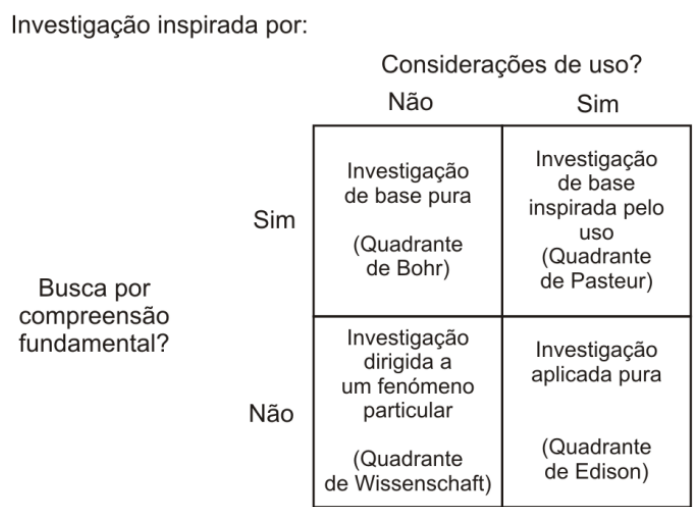
O trabalho de Stokes (1997) dá um contributo para ultrapassar a visão dicotómica que isola a investigação fundamental da investigação aplicada. A necessidade de ultrapassar esta visão é reforçada, segundo Stokes (1997), pela crescente orientação da investigação para objetivos relativos à esfera do desenvolvimento, pelo que, em termos de premissas que impulsionam a reconfiguração interpretativa sobre as formas atuais de produção do conhecimento científico, existe uma relação entre o trabalho de Stokes (1997) e a argumentação de Gibbons *et al.* (1994) sobre o Modo 2 de produção do conhecimento. O objetivo de Stokes (1997, p. 25) é explícito: “(...) reshape the postwar paradigm and to explore what a new vision implies for policies on science and technology”.

Desafiando o trabalho de vários investigadores de referência, dos quais se destaca o de Pasteur, Bohr e Edison, assim como vários exemplos da ciência moderna nos campos da biologia, das ciências da vida, das ciências da terra e das ciências sociais, Stokes (1997) procura demonstrar que a separação entre as ciências puras e as engenharias ou, num sentido mais amplo, entre investigação de base e investigação aplicada não é exclusivamente dicotómico, mas que podem perseguir, simultânea e conjuntamente, objetivos de compreensão e utilização, afirmando mesmo que uma grande porção da investigação científica é, e sempre foi, simultaneamente útil e fundamental. Revela uma visão da investigação científica não dicotómica, mas que se configura num espetro cuja

gradação conjuga formas que atravessam desde a investigação fundamental até à investigação aplicada.

Neste sentido, Stokes (1997) propõe um modelo que estabelece diferentes quadrantes da investigação científica (Figura 1). O modelo é composto por dois eixos: (i) eixo vertical – representa o grau de expansão das fronteiras de compreensão fundamental; (ii) eixo horizontal – representa o grau de influência das considerações de uso na condução da investigação.

Figura 1: Modelo dos quadrantes de investigação científica



Fonte: adaptado de Stokes (1997, p. 73) e de Fisher, Atkinson-Grosjean e House (2001, p. 302) (tradução própria).

Quadro 2: Caraterização dos quadrantes de investigação científica.

<i>Quadrantes de investigação científica</i>	
Bohr	É o quadrante de investigação de base pura e representa o ideal de investigação da ciência pura e o conceito de investigação fundamental tal como Bush (1945) o apresentou no relatório <i>Science, the Endless Frontier</i> .
Edison	É o quadrante de investigação aplicada pura e representa as investigações conduzidas exclusivamente por objetivos de aplicação, sem qualquer preocupação com uma compreensão dos fenómenos de um determinado campo científico.
Pasteur	É o quadrante de investigação de base inspirada pelo uso o que inclui a investigação que procura ampliar as fronteiras da compreensão, mas é simultaneamente inspirada pelo uso, incluindo-se neste quadrante a ideia de investigação estratégica.
Wissenschaft	É o quadrante da investigação dirigida a um fenómeno particular o que inclui a investigação que, não se inspirando em objetivos de compreensão nem de utilização, explora sistematicamente um fenómeno particular graças à curiosidade de um investigador por esse fenómeno.

Fonte: elaboração própria a partir de Stokes (1997, p. 73 e 74).

Atendendo ao cruzamento destes dois eixos, Stokes (1997) sugere vários graus de enquadramento da investigação, resultantes de diferentes misturas de preocupações e compromissos fundamentais e aplicados da investigação, estabelecendo quatro quadrantes (Quadro 2).

O modelo de Stokes (1997) é dinâmico, considerando que a investigação desenvolvida em qualquer um dos quadrantes pode ser precursora da investigação fundamental. Ou o inverso, qualquer investigação desenvolvida em qualquer um dos quadrantes pode estar na base de um avanço tecnológico (Klahr, 2019). Desta forma, rompe com a visão dualista e unidirecional que emana do relatório *Science: the endless frontier* (Bush, 1945), contribuindo para sustentar uma visão sistémica da participação da ciência nos processos de inovação (Xiang, 2021).

1.4. Os Modos de produção do conhecimento

O processo de produção de conhecimento tem vindo a sofrer mudanças profundas, mesmo quando este tem na sua origem os métodos próprios da produção científica. A ideia de que o conhecimento científico se pode originar em contexto da aplicação sustentada por Stokes (1997) é aprofundada por Gibbons *et al.* (1994), ao teorizarem a mudança do Modo 1 para o Modo 2 de produção do conhecimento, acrescida da mais recente proposta de um Modo 3 sugerida por Carayannis e Campbell (2011 e 2012). Estes autores identificam transformações nas formas de produção do conhecimento quanto à origem, diversidade, atores envolvidos, *locus* de produção, contexto de produção e quanto aos processos de aplicação e uso do conhecimento (Quadro 3), reforçando a dimensão social do processo de produção do conhecimento.

Quadro 3: Características dos Modos de produção do conhecimento.

	Modo 1	Modo 2	Modo 3
Origem	Académico; Disciplinar; Separação entre a investigação fundamental e aplicada; Sem preocupação de aplicação prática; Respeito rígido pelos códigos da ciência.	Interdisciplinar; Transdisciplinar (diversidade de conhecimento-base); Fluxo bidirecional entre investigação fundamental e aplicada; Intencionalmente dirigido à aplicação; Flexibilidade metodológica.	Não há separação entre origem, produção e difusão (visão sistémica); Aglomerações (reais e virtuais) de conhecimento coespecializado e complementar sob a forma de <i>stocks</i> e de fluxos de conhecimento; Aprendizagem cruzada entre diferentes modos de produção de conhecimento e sistemas de inovação, envolvendo organizações diversas; Ecossistema de inovação envolvendo as dimensões social e natural.
Organizações	Inserido num departamento de uma faculdade pertencente a uma universidade; Institutos públicos de Investigação; Laboratórios de I&D de grandes corporações empresariais.	Diversificadas (universidades, empresas, <i>think-tanks</i> , agências governamentais, movimentos cívicos, ...) Redes de interação flexíveis entre as diferentes organizações; Organizações horizontais e, por vezes, transitórias.	Organizações governamentais; Organizações universitárias; Organizações industriais; Organizações não-governamentais; Outras instituições, organizações e decisores sociais; Redes de conhecimento multinível.
Fim	Construção paradigmática; Saber pelo saber; Renúncia a qualquer objetivo de aplicação.	Inovação económica e social; A origem e o fim fundem-se no propósito de aplicação; Comercialização do conhecimento e aumento da competitividade.	Avanço das sociedades e das economias.
Difusão	Canais institucionais e disciplinares; Publicações científicas; Conferências.	Indissociabilidade entre a produção, a difusão e o uso (dimensão tácita e indissociabilidade do <i>exploration</i> e <i>exploitation</i>); Incorporado nos indivíduos (<i>know-how/know-who</i>) Incorporado nas técnicas, instrumentos ou processos.	Indissociação entre a origem, produção e difusão (visão sistémica); Sistemas multinível, suportados por redes de inovação que atravessam diferentes escalas geográficas (desde a local à global), unindo diferentes atores organizacionais (empresas, universidades, atores políticos, atores sociais e outros) e relacionando diferentes <i>clusters</i> de conhecimento.
Controlo de qualidade	Validação cognitiva disciplinar; Validação pelos pares; Contributo Disciplinar; Cumprimento estrito dos cânones disciplinares.	Difusa; Validado pela utilidade e eficiência prática; Responsabilidade social; Critérios intelectuais, sociais, económicos e políticos.	Democracia do conhecimento: pluralismo político de desenvolvimento de estratégias e de decisões, admitindo a diversidade e a heterogeneidade de modos de conhecimento e processos de inovação; Responsabilidade social e abertura ao <i>feedback</i> .
Criatividade	Individual; Centrada na resolução de problemas no contexto disciplinar.	Grupo; Centrada na resolução de problemas no contexto de aplicação e uso.	Redes de inovação – (reais e virtuais) que alimentam a criatividade, impulsionam a invenção e aceleram a inovação nos domínios público e privado.
Locus de produção	Instituições formais de produção de conhecimento (científico); Dentro de fronteiras institucionais bem delimitadas.	Socialmente distribuído; Redes interativas, flexíveis e, por vezes, temporárias.	Interação entre origem, produção e difusão (visão sistémica); Sistemas multinível, multimodal, multinodal e multilateral; <i>Clusters</i> e redes de conhecimento.
Acumulação	Comunidades disciplinares; Publicações científicas; Bases de dados; Outras formas codificadas de conhecimento.	Incorporação nos recursos humanos; Acumulação indissociável do processo de produção (interdependência <i>exploration/exploitation</i> no ciclo de descoberta); Competências (fortemente tácito, sob a forma de <i>know-how</i> e <i>know-who</i>).	<i>Clusters</i> e redes de conhecimento que podem atravessar diferentes localizações (globais e locais) e setores; Coevolução, coexistência e coespecialização de diferentes paradigmas do conhecimento e da inovação.

Fonte: elaboração própria a partir de Gibbons, *et al.* (1994); Nowotny, Scott e Gibbons (2003); Carayannis e Campbell (2011; 2012).

Modo 1

Segundo Gibbons *et al.* (1994), o Modo 1 corresponde à forma tradicional de produção do conhecimento institucionalizado nas universidades, nos departamentos disciplinares das faculdades (a torre de marfim). A origem dos problemas é exclusivamente disciplinar e a sua exploração segue obrigatoriamente os códigos disciplinares e as normas sociocognitivas da investigação fundamental ou da ciência académica. Visa a construção paradigmática, sem qualquer propósito prático à partida. A sua difusão faz-se através de canais institucionais internos e externos próprios das disciplinas – conferências, encontros científicos, livros, revistas ou outras publicações de especialidades científicas. O controlo de qualidade faz-se pela validação disciplinar, submetendo-se apenas aos contributos e julgamentos efetuados pelos pares quanto aos problemas, técnicas, resultados, qualificações individuais, e cumprimento dos cânones disciplinares. A criatividade é sobretudo individual, baseada na estratégia pessoal do investigador. A acumulação do conhecimento faz-se dentro das comunidades disciplinares que procuram codificar o mais possível esse conhecimento. Isto é, o Modo 1 não está preocupado com a difusão, aplicação ou uso do conhecimento, não está focado na resolução de problemas sociais ou económicos, nem se enquadra nos modelos não lineares de inovação (Carayannis & Campbell, 2019).

Modo 2

O Modo 2 é, para Gibbons *et al.* (1994), uma nova forma de produção do conhecimento. A emergência deste Modo 2 de produção de conhecimento deve-se à expansão do número dos potenciais produtores de conhecimento (aumento da oferta) e à ampliação das necessidades de conhecimento especializado (aumento da procura); à massificação do ensino superior (aumento dos recursos intelectuais familiarizados com os métodos científicos que se disseminaram por outras organizações e aumentaram a valorização e a difusão das inovações com origem académica); à revolução das TICs (aumento das possibilidades de interação entre diferentes *locus* de produção do conhecimento geograficamente dispersos, através de redes de produção de conhecimento) e, por último, à mudança na atitude individual dos cientistas (passam a encarar as oportunidades de

empreendedorismo – corresponde, na interpretação de Etzkowitz (1983; 1998), à segunda revolução⁵ nas universidades, no âmbito de uma transformação institucional no sentido da ciência empreendedora⁶, promovida por universidades empreendedoras⁷ e desenvolvida por cientistas empreendedores⁸, que procuram tirar partido da capitalização do conhecimento).

Assim, no Modo 2 o conhecimento origina-se fora da matriz disciplinar, envolvendo diferentes tipos de conhecimento (interdisciplinar e transdisciplinar), num constante fluxo bidirecional entre investigação fundamental e aplicada, entre teoria e prática. A origem do conhecimento insere-se no contexto da resolução de problemas concretos, com o objetivo de uma aplicação particular, abarcando o contexto social e económico.

Desenvolve-se num processo em que a descoberta e a produção surgem de forma integrada, gerando uma relação íntima e indissociável entre o produto e o processo.

A utilidade é o ponto de partida e de chegada. O propósito é a aplicação e o uso, seja individual, industrial, governamental ou social. Assim, a produção do conhecimento integra e é indissociável dos processos de descoberta, aplicação e uso, com o objetivo de comercialização da ciência e do aumento da competitividade industrial. A produção, a difusão e o uso estão acoplados, por via de uma acentuada dimensão tácita do conhecimento produzido. Desta forma, também o acesso ao conhecimento implica a participação em, pelo menos, parte da sua produção, favorecendo a opção por formas de produção mais colaborativas, suportadas por redes de atores cada vez mais globalmente distribuídos. A difusão faz-se à medida que os indivíduos que incorporam o conhecimento se vão deslocando para outros contextos, para a resolução de outros problemas. Daqui

⁵ A *primeira revolução* corresponde, segundo Etzkowitz (1998), à integração da investigação científica como uma função desenvolvida pela universidade, adicionada à tradicional função de ensino e a segunda revolução corresponde ao processo de erosão das fronteiras entre a esfera das universidades e a esfera das empresas.

⁶ Segundo Etzkowitz (1998) esta é uma transformação em curso graças à conjugação de oportunidades cognitivas, rearranjos organizacionais e mudanças normativas, com consequências nos trabalhos cognitivos e nas agendas de investigação futuras.

⁷ Trata-se das universidades que incorporam as preocupações com o desenvolvimento económico e social na sua missão, a par da investigação e do ensino, promovendo a capitalização do conhecimento através do relacionamento estreito com os seus utilizadores e posicionando a universidade como um ator económico (Etzkowitz, 1998).

⁸ São investigadores académicos que se envolvem diretamente ou participam em programas de investigação e desenvolvimento com o propósito da aplicação comercial (Etzkowitz, 1983), perseguindo objetivos de descoberta científica e casando-os com o empreendedorismo com fins lucrativos, por via de relações complementares. Correspondem normalmente a cientistas que desenvolvem investigação na fronteira da ciência, desenvolvendo avanços teóricos e metodológicos assim como a invenção de novos dispositivos. Alguns destes cientistas empreendedores fundam a sua própria empresa para prosseguirem o desenvolvimento da investigação orientada para a aplicação. É o caso dos fundadores das primeiras empresas de biotecnologia, no final da década de 1970 e início de 1980 (Etzkowitz, 1998).

resulta a necessidade das organizações, particularmente as empresas, reforçarem as ligações com as universidades, institutos de investigação e outras organizações empresariais para a coprodução e apropriação do conhecimento. Isto pressupõe que, no Modo 2, o conhecimento é produzido num contexto organizacional (interno e externo) mais fluído, flexível e heterogéneo em termos de conhecimentos, competências e experiências. A heterogeneidade significa maior diversificação das organizações envolvidas e inter-relacionadas e até outras formas mais transitórias ou fluídas (programas nacionais e internacionais de investigação, *think-tanks*, consultores, ...) mas também equipas heterogéneas (interdisciplinares e transdisciplinares), apoiadas em redes de produção de conhecimento. Há uma maior permeabilidade das fronteiras organizacionais, abrindo-se ao conhecimento proveniente de outras organizações e até sobrepondo as fronteiras das diferentes esferas organizacionais⁹ – o que implica a adoção de estratégias de inovação aberta (Chersbrough, 2006). Assim, este modo de produção de conhecimento apela a formas organizacionais variadas e flexíveis, adaptadas à evolução da resolução de problemas concretos.

A proliferação do Modo 2 de produção de conhecimento vai possibilitar a emergência de indústrias do conhecimento¹⁰ (Gibbons *et al.* 1994, p. 84), de redes de empresas, de alianças de I&D e de novos interfaces de relação entre competição e colaboração¹¹ – agências inter-sistémicas ou intermediárias¹² (Gibbons *et al.* (1994) – que possibilitam a

⁹ Este processo de sobreposição das esferas organizacionais quanto ao papel que desempenham aponta para a ideias de um processo de inovação segundo o modelo da hélice tripla (Leydesdorff, 2000; Etzkowitz, 2008).

¹⁰ São empresas que concebem o conhecimento em si como um bem transacionável, acrescentando valor pelo uso reiterado e reconfiguração do conhecimento para resolver problemas ou para ir ao encontro de determinadas necessidades. Estas organizações recorrem a conhecimento para resolver os problemas, mas também geram conhecimento por via do Modo 2. A matéria-prima destas empresas é a pesquisada nas comunidades científicas e tecnológicas globais, independentemente de operarem no Modo 1 ou no Modo 2, e nos mais variados sítios de produção do conhecimento. Especializam-se no acesso e reconfiguração do conhecimento para o colocarem à venda no mercado, dedicam-se ao fornecimento de produtos e serviços especializados e podem assumir a forma de pequenas e médias empresas de alta tecnologia, normalmente *spin-offs* das universidades (Gibbons *et al.* 1994).

¹¹ A especialização das organizações e a importância da cooperação em rede, a par da necessidade de participar no processo de produção do conhecimento como forma de aceder ao mesmo (estilo Modo 2 de produção do conhecimento) cria as condições para o aparecimento de novas estruturas intermediárias que funcionem como plataformas de interação, de que é exemplo o *Health Cluster Portugal* (Santos, Cavaleiro, & Marques, 2010).

¹² São plataformas de interação que surgem nos interstícios das instituições previamente existentes, formando comunidades híbridas cuja composição se faz com elementos provenientes de diferentes subsistemas, sejam disciplinas, ambientes de trabalho ou instituições. Facilitam a reconfiguração dos atores para apreenderem novos estilos de pensamento, comportamento e competências sociais. Estas plataformas de interação que emergem da proliferação do Modo 2 de produção do conhecimento (Gibbons *et al.*, 1994) são identificadas, segundo Leydesdorff (2000) e Etzkowitz (2008), como novas organizações que emergem da interação entre as diferentes esferas de atores da hélice tripla e que favorecem a emergência de processos inovadores.

diminuição dos custos e dos riscos de I&D. As organizações, particularmente as empresariais, passam a desenvolver o conhecimento num ambiente simultaneamente de competição e de colaboração. Isto é, o *locus* de produção é organizacional e socialmente distribuído e multiescalar – do local ao global – fruto do aumento do número de *locus* de produção de conhecimento. Daqui decorre a necessidade das organizações criarem, se inserirem e posicionarem-se em redes de cooperação, capazes de estruturar o Modo 2 de produção do conhecimento.

Desta forma, os indivíduos e os grupos a quem se dirige a produção do conhecimento assumem um papel ativo em todo o processo de produção de conhecimento – definição dos problemas, soluções, usos e avaliação – integrando uma maior responsabilidade social no processo de validação do conhecimento produzido. Se a validação é do grupo, também a dimensão individual da criatividade insere-se no seio do grupo, sendo que o que emerge é a criatividade do grupo ao longo do processo de resolução de problemas no contexto de aplicação e uso. Por um lado, surgem novas formas criativas em torno de uma espécie de ciência híbrida¹³. Por outro lado, a produção do conhecimento passa a ocorrer por via da fertilização cruzada¹⁴, proporcionada pela permeabilidade das fronteiras organizacionais e pelas novas formas organizacionais que reforçam as possibilidades de fertilização cruzada entre diferentes áreas de investigação. Por último, a acumulação do conhecimento faz-se pela incorporação nos recursos humanos e pelas sucessivas reconfigurações destes recursos humanos em novas formas organizacionais flexíveis e transitórias. A acumulação do conhecimento é indissociável do próprio processo de produção do mesmo.

Apesar de serem apresentados como dois modos diferentes de produção do conhecimento, Gibbons *et al.* (1994) consideram que eles coexistem e interagem. O Modo 1 fornece cientistas e padrões de investigação disciplinares para apoiar a investigação transdisciplinar desenvolvida no Modo 2. Por seu lado, o Modo 2 retribui com os resultados da produção transdisciplinar a fertilizarem os campos disciplinares do Modo 1,

¹³ Processos de produção de conhecimento que combinam elementos cognitivos e não cognitivos e que fundem a teoria e a prática, as ideias e os dados, a ciência e a tecnologia. São formas de conhecimento com estabilidade provisória, formadas no contexto da aplicação, orientadas para trabalhos específicos e com agendas construídas em processos complexos de interação sociopolítica (Gibbons *et al.* 1994).

¹⁴ Processos criativos e de produção de conhecimento que emergem nos interstícios disciplinares, rompendo com as fronteiras e com os cânones disciplinares. A biotecnologia é apontada como um bom exemplo destes processos de fertilização cruzada, ao juntar bioquímica, microbiologia e engenharia química, num trabalho assente em regras transdisciplinares (Gibbons *et al.* 1994).

para além de que, segundo Gibbons *et al.* (1994), o Modo 2 de produção do conhecimento está já dentro das próprias universidades.

Modo 3

A ideia da coexistência dos dois *modos* de produção do conhecimento é sublinhada pelo Modo 3 (Carayannis & Campbell, 2006). Partindo da proposta de Gibbons *et al.* (1994) sobre o Modo 2 de produção de conhecimento, o Modo 3 propõe uma interpretação ecossistémica da produção do conhecimento e da conseqüente inovação (Carayannis & Campbell, 2006; 2011; 2012):

“Mode 3 is a multilateral, multi-nodal, multimodal, and multilevel systems approach to the conceptualization, design, and management of real and virtual, ‘knowledge stock’ and ‘knowledge flow’, modalities that catalyze, accelerate, and support the creation, diffusion, sharing, absorption, and use of co-specialized knowledge assets. ‘Mode 3’ is based on system-theoretic perspective of socioeconomic, political, technological, and cultural trends and conditions that shape the co-evolution of knowledge with the ‘knowledge-based and knowledge-driven, gloCal economy and society’” (Carayannis & Campbell, 2011, p. 336).

O sistema é constituído por *meta-clusters* de conhecimento (redes e *clusters* de conhecimento¹⁵) e meta-redes de inovação (redes e *clusters* de inovação¹⁶) (Carayannis & Campbell, 2006; 2011; 2012; Carayannis, Pirzadeh, & Popescu, 2012). A dinâmica do ecossistema de produção de conhecimento pressupõe a coevolução, o codesenvolvimento e a coespecialização de todos os componentes do sistema, conferindo-lhe um caráter altamente complexo, dinâmico e adaptativo.

Procurando sintetizar a complexidade da proposta interpretativa de produção do conhecimento segundo o Modo 3, ela é concebida enquanto sistema multilateral, multinodal, multimodal e multinível como se demonstra no Quadro 4.

¹⁵ “Knowledge clusters are agglomerations of co-specialized, mutually complementary, and reinforcing knowledge assets in the form of “knowledge stocks” and “knowledge flows” that exhibit self-organizing, learning-driven, dynamically adaptive competences and trends in the context of an open systems perspective” (Carayannis & Campbell, 2011, p. 337).

¹⁶ “Innovation networks are real and virtual infrastructures and infra-technologies that serve to nurture creativity, trigger invention, and catalyze innovation in a public and/or private domain context (for instance, government-university-industry public-private research and technology development co-opetitive partnerships)” (Carayannis & Campbell, 2011, p. 336).

Quadro 4: Sistema do Modo 3 de produção do conhecimento.

Modo 3 de produção do conhecimento	
Sistema multilateral	Existem diferentes partes ou agentes do sistema – das esferas universitária, governativa, industrial, sociocultural, socioambiental – interrelacionados por múltiplas relações (redes).
Sistema multinodal	Existem múltiplos <i>clusters</i> (geográficos e setoriais) de conhecimento, interligados e atravessados por múltiplas redes de conhecimento e inovação com diferentes configurações, num processo dinâmico sistêmico de codesenvolvimento, coevolução, coespecialização e cooptação (relações simultaneamente de cooperação e competição) para a produção de conhecimento e inovação.
Sistema multimodal	Integra diferentes modos de produção do conhecimento no sistema (o Modo 1 e 2), numa lógica de pluralidade, heterogeneidade, elasticidade e flexibilidade de modos de produção de conhecimento. Considera a coexistência de diferentes paradigmas do conhecimento ¹⁷ das ciências naturais e da vida, para os quais se dirige grande parte da argumentação sobre o Modo 2, mas também das ciências sociais, das humanidades e das artes (e as respetivas organizações de investigação como as universidades de ciências sociais, de letras e artes) e respetivas atividades criativas. Esta é a razão para se acrescentarem ao modelo de hélice tripla de inovação de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) uma quarta hélice que integra a esfera da sociedade civil e cultural – abrangendo assim os valores, estilos de vida, multiculturalismo – e uma quinta hélice que integra a esfera do ambiente natural – a ecologia social – no processo de formação de redes e organizações híbridas de produção do conhecimento e da inovação. Admite a simultaneidade de diferentes modos de inovação (hélice tripla, quadrupla, quádrupla, n hélices) e outras formas lineares e não lineares de inovação – modelos lineares e modelos interativos). Admitem-se, por último, a simultaneidade de diferentes ciclos de vida das tecnologias, em diferentes etapas evolutivas de maturação, que possibilitam diferentes oportunidades de destruição criativa e a emergência de novos ciclos de vida tecnológicos.
Sistema multinível	Existem diferentes níveis ou eixos de análise coevolutiva, interrelacionados e mais ou menos sobrepostos. O nível espacial corresponde às diferentes escalas geográficas simultaneamente envolvidas no processo de produção de conhecimento e inovação (gloCal) – local, regional, nacional, supranacional, transnacional e global – e aos fluxos de conhecimento que se estabelecem entre estas diferentes escalas. O nível da I&D corresponde aos sistemas de investigação, de ciência e tecnologia e aos sistemas de inovação que relacionam os dois sistemas anteriores. O nível ou eixo da educação corresponde ao sistema de educação, de culturas e de valores.

Fonte: elaboração própria a partir de Carayannis e Campbell (2006; 2011; 2012) Carayannis, Barth e Campbell (2012).

A proposta do Modo 3 procura integrar num único ecossistema as diferentes possibilidades de criação de conhecimento e inovação, estruturando-se numa configuração autorreferencial caótica/fractal. A ideia é que a estrutura geral do ecossistema se repete. No entanto, admitem-se contingências decorrentes das especificidades do contexto – circunstâncias, procura, configurações e casos – que acabam por determinar o modo específico de conhecimento e inovação, os níveis, os agentes e os clusters do conhecimento envolvidos.

Apesar dos sucessivos alargamentos da interpretação dos processos de produção de conhecimento (a outros atores, processos, territórios, paradigmas, ...), propostos pelos Modos 2 e 3, estas propostas de abordagem à luz da racionalidade dos Modos de produção do conhecimento (e a dos modelos das hélices tripla, quadrupla, quádrupla), estão particularmente orientados para processos de produção de conhecimento e inovação enraizados particularmente na ciência e tecnologia e centrados nas

¹⁷ Corresponde ao conceito de paradigmas científicos proposto por Kuhn (1962 [1970]).

universidades (Carayannis, *et al.*, 2018). No entanto, existem outras formas de produção de conhecimento centradas noutros processos de aprendizagem, e que não recorrem necessariamente a formas de conhecimento produzido em contexto académico, e que são igualmente importantes para os processos de inovação (Lundvall, 2010).

1.5. Taxonomia do conhecimento dirigida às competências organizacionais

A dimensão tácita e codificada do conhecimento é um aspeto importante para a análise económica e das práticas de gestão do conhecimento nas organizações, conforme se constata no trabalho de Nonaka, Umemoto e Senoo (1996) e de Takeuchi e Nonaka (2004). No entanto, a sua integração na análise económica é problemática, uma vez que a enorme maioria do conhecimento é composto por uma mistura envolvendo ambas as dimensões. Por outro lado, há uma grande diversidade de conhecimento e competências envolvidas nos processos de produção de conhecimento com valor económico (Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002).

Estes são argumentos que sustentam a proposta de Lundvall e Johnson (1994) para a elaboração de uma nova taxonomia do conhecimento, com o objetivo de compreender o papel do conhecimento no contexto económico (Lundvall, 2006). Lundvall e Johnson (1994), Lundvall, (1998), e Johnson, Lorenz e Lundvall (2002) contribuem para o desenvolvimento de uma nova taxonomia do conhecimento aplicada às competências organizacionais que reflita a complexidade do armazenamento e partilha do conhecimento. Na versão de Lundvall (1998, p. 416) a nova taxonomia é constituída pelo *know-what; know-why; know-how; know-who* (Quadro 5). Esta taxonomia possibilita a análise dos diferentes estilos de inovação – *Science tecnologia and Innovation (STI) e Doing Using and Interacting (DUI)* (Jensen, *et al.*, 2007, p. 680) – fazendo corresponder cada um dos estilos de inovação a uma conjugação variável destes quatro tipos de conhecimento (a aprofundar no segundo capítulo).

Atendendo ao conceito do *know-how*, a total codificação das competências humanas e organizacionais é uma exceção, senão mesmo uma impossibilidade. Quando a codificabilidade é baixa, a transferência de conhecimento implica um grau acentuado de aprendizagem interativa e, mesmo quando não é baixa, esta aprendizagem interativa não

deixa de representar um papel importante no processo de produção, translação e aplicação do conhecimento nas organizações.

Quadro 5: Características da taxonomia do conhecimento.

	<i>Know-what</i>	<i>Know-why</i>	<i>Know-how</i>	<i>Know-who</i>
Origem	Factual; Informação; Dados.	Baseado na ciência; Princípios e leis que regem a natureza, o ser humano ou a sociedade.	Baseado nas competências e habilidades – aprender fazendo e utilizando.	Relacional – quem sabe o quê e quem sabe fazer o quê.
Grau	Maioritariamente codificado.	Codificado de forma incompleta; Parcialmente tácito (<i>know-how</i> do investigador).	Essencialmente tácito; Parcialmente codificado em manuais de procedimentos.	Essencialmente tácito porque dependente do contexto e embebido socialmente.
Competência	Busca, seleção e uso de informação (<i>know-how</i>); Identificação de especialistas (<i>know-who</i>).	Técnicas e métodos de investigação científica (<i>know-how</i>); Habilidades pessoais dos investigadores (<i>know-how</i>).	Habilidades técnicas; Habilidades manuais; Experiência.	Comunicação e cooperação interpessoal e multicultural (<i>know-how</i>); Relacionais; Capital social.
Locus de produção	Múltiplos.	Organizações especializadas (universidades, institutos de investigação, laboratórios de I&D).	Escolas profissionais; No dia-a-dia em contexto de trabalho; Redes de cooperação interorganizacional.	Escolas profissionais (artísticas); Contexto social e cultural.
Difusão	TIC; Bases de dados.	Publicações e congressos científicos; Incorporado nos investigadores; Redes de investigação; Comunidades epistémicas.	Comunidades de prática e epistémicas; Aprendizagem interativa cara-a-cara.	Redes relacionais/relações sociais; Interação cara-a-cara; <i>Buzz</i> real e virtual.
Atividades	Intensivas em informação (ex. advocacia, jornalismo, medicina).	Intensivas em conhecimento científico (ex. biotecnologia).	Transversal às atividades económicas.	Atividades culturais e criativas (ex. cinema, moda, publicidade).

Fonte: síntese elaborada a partir dos trabalhos de Lundvall & Johnson (1994); OCDE (1996); Lundvall B.-A. (1998); Johnson, Lorenz, & Lundvall (2002).

No entanto, quando é possível chegar muito perto da explicitação quase total, como é o caso da ciência, e não estando os resultados dependentes de pessoas ou dum ambiente específico, o problema da transferência do conhecimento passa a estar mais relacionado com a capacidade de absorção do conhecimento (Cohen & Levinthal, 1990). Mas, mesmo nestes casos, a codificação é incompleta dado que, por exemplo, as competências dos cientistas têm de ser aprendidas em interação direta (Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002). Por exemplo, a translação e aplicação do *know-why*, apesar do trabalho científico ambicionar a codificação teórica e destes trabalhos serem do domínio público por via de publicações, necessita de uma certa tradução. Esta é uma das principais razões para que as empresas se relacionem com o ambiente académico, envolvendo-se, por vezes, na

investigação básica. Para se poder aceder ao *know-why* científico, é necessário, em todas as circunstâncias, desenvolver atividades de I&D e investir na ciência para assegurar um patamar mínimo de capacidade de absorção do conhecimento (Cohen & Levinthal, 1990; Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002).

Esta linha argumentativa vem contrariar a idealização elaborada a partir duma visão dicotómica do conhecimento, que procure catalogar separadamente o conhecimento como ora codificado ora tácito.

“It is important to note that when it comes to both the creation and utilization of knowledge, tacit and codified knowledge are complementary. It does not seem to be a good idea to regard them as being in contradiction to each other or as simply substituting for each other. It is more useful to refer to a ‘tacit dimension’ of knowledge rather to a ‘knowledge stock’ divided into a tacit part and a codified part, and then decide if the border between the two parts should be moved.” (Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002, p. 256).

Apesar de todos os esforços de codificação do conhecimento, esta interdependência entre a dimensão tácita e codificada sustenta a tese de que o processo de aprendizagem é um processo profundamente interativo e social (Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002).

Esta proposta taxonómica de abordagem ao conhecimento no contexto económico vem reforçar a leitura da economia do conhecimento como uma *learning economy* (Lundvall B.-A., 2006, p. 8). Nesta perspetiva, o desenvolvimento de competências é uma dimensão crucial para o sucesso dos indivíduos, das empresas, das regiões e dos países, reforçado pelo contexto global de rápidas mudanças que fomenta a necessidade destes construir rapidamente novas competências, recorrendo sobretudo a formas organizacionais em rede e flexíveis que permitam o acesso a outras competências complementares. Esta é uma das pontes entre a análise económica e geográfica do conhecimento (a desenvolver no terceiro capítulo), sobretudo no que diz respeito à construção de competências a partir do conhecimento no espaço regional – o alvo principal da literatura sobre sistemas regionais de inovação (Cooke P., 1992) – e nacional – o alvo da literatura sobre sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1988b; Lundvall, 1992; Nelson, 1993) – e no que diz respeito ao papel das redes como forma organizacional flexível de aprendizagem interativa que ultrapassa as fronteiras das organizações e até mesmo das regiões e das nações, podendo o espaço relacional assumir configurações multiescalares (Coe & Hess, 2013).

A proposta teórica que procura analisar o conhecimento a partir do qual as organizações desenvolvem os processos de inovação económica recorre à conjugação variável destas formas taxonómicas do conhecimento, para conceptualizar as diferenças na origem,

produção, translação e aplicação entre o conhecimento base analítico, sintético e simbólico (a aprofundar no subcapítulo seguinte) (Asheim & Coenen, 2005; Asheim & Coenen, 2006; Moodysson J., 2008; Asheim, Boschma, & Cooke, 2011).

Em termos territoriais, esta teorização taxonómica do conhecimento vem reforçar a crítica a uma visão dicotómica simplista que associa a dimensão tácita com a tendência para a concentração territorial e a dimensão codificada com a anulação do papel do território no processo de produção e translação do conhecimento. A ideia de que o *know-how* é uma taxonomia do conhecimento que participa em todas as formas de produção do conhecimento, permite perceber que o território, concebido como o espaço relacional da aprendizagem, produção e translação do conhecimento, exhibe comportamentos contingentes em função do maior ou menor recurso a estas categorias taxonómicas do conhecimento por parte dos processos de inovação específicos em causa (a aprofundar no terceiro capítulo).

1.6. A perspetiva do conhecimento-base

A génese da argumentação teórica do conhecimento base é a crítica a uma interpretação bipolar do conhecimento, nas suas formas codificada e tácita, sobretudo quando se trata de articular as características do conhecimento, o seu processo de produção e translação, assim como o seu comportamento territorial. A visão é a de que, no processo de criação de conhecimento e inovação, as empresas recorrem a diferentes tipos de conhecimento base, com misturas variáveis quanto às dimensões tácita e codificada do conhecimento envolvido. Apesar do conhecimento e da aprendizagem serem importantes para todas as atividades económicas, inclusivamente as consideradas de baixa intensidade tecnológica, Asheim e Coenen (2005); Asheim, Coenen e Vang (2007) e Moodysson, Coenen e Asheim (2008) argumentam que os processos de inovação das organizações económicas diferem substancialmente entre vários setores e indústrias cujas atividades requerem conhecimento base específico. Segundo Asheim, Coenen e Vang (2007) o conceito do conhecimento base remete-nos simultaneamente para o conhecimento em si e para a sua incorporação em técnicas e organizações. Desta forma, é possível estudar os tipos de conhecimento base usados como *inputs* nos processos de criação de conhecimento e de inovação (Asheim, Boschma, & Cooke, 2011; Asheim, 2011).

O objetivo é interpretar e caracterizar a natureza específica do conhecimento que está na base das atividades de inovação, sendo que a maior ou menos participação de um ou de outro tipo de conhecimento base nunca é uma realidade absoluta, mas sempre uma contingência do estágio do processo de inovação, da empresa, da indústria, do setor ou do território em análise (Asheim, Boschma, & Cooke, 2011).

“(…) Descriptions of analytical and synthetic modes of knowledge creation refer to conceptual ideal types: in reality, innovation process will involve elements of both. Apart from being heavily industry specific, it can be suggested that the degree to which (elements of) one mode of knowledge creation dominates is related to the actual stage and activity in the innovation process. Moreover, the dominance of one mode of knowledge creation arguably has different spatial implications for the knowledge interplay between the actors involved.” (Moodysson, Coenen & Asheim, 2008, p. 1047).

Por aqui se pode antever implicações territoriais de acordo com a maior ou menor dependência de um ou de outro tipo de conhecimento base para explicar as diferentes geografias relacionais, a variabilidade dos processos de inovação económica, e para compreender os processo de inovação dentro das empresas (Asheim, Boschma, & Cooke, 2011), sendo que os diferentes tipos de atividades proporcionam diferentes condições para a translação do conhecimento (Moodysson J., 2008). No entanto, convém desde já salientar que, numa mesma região, pode-se observar uma mistura destes três tipos de conhecimento base que, quando equilibrados, é benéfico para as empresas (Grillitsch, Martin, & Srholec, 2017). Este debate em torno das questões da inovação e das implicações territoriais, são o objeto dos segundo e terceiro capítulos respectivamente. Por agora, centra-se a análise na exploração teórica do conceito de conhecimento base. A construção do conceito de conhecimento base parte da perspectiva filosófica em torno dos conceitos analítico e sintético aos quais Asheim, Coenen e Vang (2007) e Asheim, (2011) acrescentam o simbólico.

“(…) In its philosophical meaning, analytical refers to the way of reasoning by which the truth of a position is established independent of a fact or experience involving inference from general principle. Synthetic, on the other hand, pertains to knowledge having a truth value determined by observation or facts.” (Asheim & Coenen, 2005, p. 1176) “(…) a main rationale of activities drawing on symbolic knowledge is the creation of alternative realities and the expression of cultural meanings by provoking reactions in the minds of consumers through transmission in an affecting, sensuous medium.” (Asheim B. A., 2011, p. 5) “(…) descriptions of analytical and synthetic modes of knowledge creation refer to conceptual ideal types: in reality, innovation process will involve elements of both. Apart from being heavily industry specific, it can be suggested that the degree to which (elements of) one mode of knowledge creation dominates is related to the actual stage and activity in the innovation process. Moreover, the dominance of one mode of knowledge creation arguably has different spatial implications for the knowledge interplay between the actors involved.” (Moodysson, Coenen & Asheim, 2008, p. 1047).

Desta forma, completa-se o tripé do conhecimento base – analítico, sintético, simbólico – que, segundo Asheim Coenen (2005), suporta as actividades inovadoras (Quadro 6). A cada um destes três tipos de conhecimento base correspondem diferentes racionalidades da criação de conhecimento; diferentes misturas da dimensão tácita e codificada do conhecimento e, conseqüentemente, diferentes possibilidades e limitações de codificação, com implicações na forma como o conhecimento é desenvolvido e utilizado; diferentes qualificações e competências das organizações envolvidas com conseqüências nos resultados; diferentes desafios para o processo de inovação, com conseqüências nas estratégias de inovação; diferentes profissionais e competências envolvidos na produção do conhecimento, com conseqüências na interação entre os atores no processo de criação, translação e absorção do conhecimento e, nos processos que sustentam a difusão do conhecimento, com implicações na geografia relacional da inovação (Asheim & Gertler, 2005; Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Asheim B. A., 2011).

Em termos de sustentação duma visão sistémica da inovação (a explorar detalhadamente no segundo capítulo), a teoria do conhecimento base rompe com a ideia de linearidade do processo de inovação, mesmo os que partem do conhecimento analítico. A ideia de que as actividades económicas recorrem a diferentes tipos de conhecimento base ajuda a compreender a variabilidade intersectorial dos modos de pesquisa e das formas de conhecimento em que se apoia a inovação, com implicações nas possibilidades de apropriabilidade de cada empresa dentro de cada setor e, dentro deste, dependendo da posição que ocupam na cadeia de valor, com umas mais dependentes de processos muito relacionados com *inputs* analíticos, outras com *inputs* sintéticos e, outras ainda, com *inputs* simbólicos (Asheim & Coenen, 2005; Asheim & Gertler, 2005; Coenen & Asheim, 2008; Asheim, Boschma & Cooke, 2011; Asheim B. A., 2011; Isaksen & Trippel, 2017). Além do mais, as características do conhecimento base em que se sustentam as actividades inovadoras de uma empresa ou indústria variam ao longo do tempo e ao longo das trajetórias de inovação (Manniche, Moodysson, & Testa, 2017).

Quadro 6: Características do conhecimento-base

	Analítico	Sintético	Simbólico
Origem	Predominantemente científico (dedutivo) relacionado com o mundo natural; Parte do <i>know-why</i> para produzir <i>know-why</i> Quadrantes de <i>Bohr</i> e de <i>Pasteur</i> .	Predominantemente engenharia (indutivo); Instrumental, prático e específico do contexto de aplicação; Combina e aplica conhecimento existente. Quadrante de <i>Edison</i> .	Predominantemente criativo, cultural, sensorial, emocional (estético e ético); Baseado nas artes e no contexto social.
Grau de codificação	Tendencialmente codificado, pela produção de modelos abstratos e universais; Tácito na estrutura cognitiva e competências do investigador.	Essencialmente tácito; Parcialmente codificado no produto ou processo final.	Essencialmente tácito – <i>embedded</i> no contexto do <i>modus vivendi</i> e do <i>modus faciendi</i> de grupos concretos; Parcialmente codificado em sons, imagens, artefactos, narrativas e símbolos.
Competências profissionais	<i>Know-why</i> (análise, abstração, teorização e testes); <i>Know-how</i> (em investigação científica - técnicas e tecnologias laboratoriais); <i>Know-who</i> (na criação de redes com os pares).	<i>Know-how</i> (competências manuais e técnicas de construção e de funcionalidade do produto e/ou do processo); <i>Know-why</i> relativo à investigação aplicada.	Intensivo em <i>know-who</i> ; <i>Know-how</i> em artes; Criatividade, imaginação e interpretação; Prática no processo criativo.
Competências organizacionais	Reino do <i>know-why</i> a partir de <i>Know-how</i> no método científico; Departamentos de I&D (capacidade de absorção do conhecimento).	Reino do <i>know-how</i> ; <i>Know-why</i> apenas em investigação aplicada; Departamentos técnicos / de engenharia / de testes de aplicação.	Reino do <i>know-who</i> ; <i>Know-how</i> na interpretação e produção criativa e cultural; Diversidade, multiculturalidade e conflitualidade criativa; Redes temporárias dirigidas a um processo criativo concreto; Apropriabilidade efémera/licenças.
Difusão	<i>Inputs</i> : revisões de publicações científicas; <i>Outputs</i> : relatórios e outras formas de publicação científica; Comunidades epistémicas; Redes dentro e entre unidades de investigação das empresas; Redes empresas – universidade; Universidades e institutos de investigação; Permite a criação de <i>pipelines</i> globais; Apropriabilidade via patentes, licenças ou <i>spin-offs/start-ups</i> .	<i>Learning by doing, using and interacting</i> ; Aprendizagem cara-a-cara; Comunidades de prática; Mais dependente do contexto; Redes produtores-utilizadores; Redes de investigação aplicada empresas – universidades; Escolas de engenharia, politécnicas e profissionais; Apropriabilidade via incorporação no produto/processo.	<i>Learning by doing</i> ; <i>Inputs</i> essencialmente estéticos; Transmitido em símbolos estéticos, imagens, sinais, artefactos, sons e narrativas; Comunidades epistémicas; Específico do contexto social (classe, género, lugar, ...); <i>Buzz</i> social (local e virtual); Escolas de artes; Apropriabilidade via licenças e outras formas de propriedade intelectual e direitos de autor.
Inovação	Novos produtos ou processos; Perfil radical.	Rearranjo ou modificação dos produtos e processos existentes Perfil incremental.	Atividades intensamente criativas; Criação de significados e marcas; Criação de imagens e imaginações; Criação de sensações; Perfil incremental.
Indústrias	Biotecnologia; Farmacêutica; Nanotecnologia; TIC; (...).	Atividades industriais intensivas em engenharia industrial (ex. maquinaria industrial, construção naval).	Cinema; Música; <i>Design</i> ; Publicidade; Arquitetura; (...).

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Asheim e Coenen (2005), Asheim e Gertler (2005), Asheim, Coenen, e Vang, (2007), Asheim (2011), Asheim, Boschma e Cooke (2011), Moodysson, Coenen, e Asheim (2008), Isaksen e Trippel (2017) e Boschma (2018).

Ao cruzar as diferentes condições de apropriabilidade intersetorial, com o conhecimento base específico, o resultado são diferenças setoriais nas formas organizacionais de produção de conhecimento e inovação, conduzindo a diferenças quanto ao sistema setorial de inovação (Malerba, 2002; 2005; 2005a) e ao sistema tecnológico de inovação (Carlsson & Stankiewicz, 1991; Carlsson, 1997). Em termos de gestão organizacional do processo de inovação, a procura por conhecimento base complementar fora das fronteiras da empresa, pode favorecer uma gestão dos processos de inovação assente nos princípios da *Open Innovation* (Chersbrough, 2006) que facilite, precisamente, a aquisição externa desse conhecimento complementar nas redes cada vez mais distribuídas de produção do conhecimento (Asheim, Boschma, & Cooke, 2011), o que reforça o papel das redes de produção e translação do conhecimento. No entanto, a forma de acesso e produção deste conhecimento externo também é variável em função das características específicas do conhecimento base em causa. Os diferentes tipos de conhecimento base contribuem igualmente para a compreensão dos processos de *spillover* do conhecimento entre indústrias relacionadas o que, por sua vez, poderá representar um contributo para reforçar a teoria da variedade relacionada (Asheim, Boschma, & Cooke, 2011; Asheim, 2011; Isaksen & Trippl, 2017).

Por outro lado, a teoria do conhecimento base tem implicações na espacialidade das redes de produção e difusão do conhecimento, em função das empresas se apoiarem mais no conhecimento analítico, sintético ou simbólico. Contribui para clarificar o papel da proximidade/distância territorial, nomeadamente no que respeita aos processos de translação e difusão em que se sustenta o *spillover* do conhecimento - *global pipelines, buzz, face-to-face* (Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Isaksen & Trippl, 2017) (aprofundar-se-á este debate no terceiro capítulo). Desta forma, a tese do conhecimento base afigura-se como uma âncora teórica capaz de ultrapassar a aparente dicotomia das relações proximidade vs. distância territorial nos processos de inovação, resultante de uma visão simplificada das dimensões tácita e codificada do conhecimento. Esta ideia do conhecimento base contribui também para uma melhor compreensão dos processos de estruturação dos sistemas regionais de inovação e dos clusters locais, sustentando a argumentação contra a ideia de uma fórmula universal de políticas de inovação e, alternativamente, sustentando a necessidade de abordagens orientadas de acordo com as especificidades do conhecimento base (Asheim & Coenen, 2005; Asheim, 2011). Desta

forma, contribui para sustentar as políticas regionais de inovação centradas em estratégias de construção de vantagens regionais assentes em plataformas que considerem o conhecimento base e a respetiva variedade relacionada (Asheim, Boschma, & Cooke, 2011).

1.7. A produção de conhecimento centrada nas organizações empresariais

O processo de produção de conhecimento dirigido aos processos de inovação económica envolve organizações de diferentes esferas de ação, conforme já foi anteriormente debatido. No entanto, as organizações empresariais continuam a ser a organização central na produção de conhecimento e inovação económica (Kline & Rosenberg, 1986; Caraça, Lundvall, & Mendonça, 2009). Daí a necessidade de se explorar a literatura sobre a produção de conhecimento nas organizações empresariais.

Da literatura sobre gestão das organizações, chegam os trabalhos sobre gestão do conhecimento nas organizações¹⁸ de Nonaka, Umemoto, e Senoo (1996) e Takeuchi e Nonaka (2004) que desenvolvem a construção teórica em torno da “Knowledge-Creating Company¹⁹” (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996, p. 204) e da “teoria da criação de conhecimento organizacional” (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996; Nonaka & Takeuchi, 2004). O carácter inerentemente paradoxal do conhecimento, formado simultaneamente pelas dimensões, aparentemente opostas – a tácita e a codificada – é o ponto de apoio que alavanca toda a argumentação teórica. Segundo Takeuchi e Nonaka (2004) as organizações criam e exploram conhecimento a partir dum processo dinâmico em que a dimensão tácita e codificada são complementares, (não é possível entender a dimensão tácita sem entendermos a explícita), são interpenetrantes (existe sempre uma dimensão explícita na tácita assim como alguma dimensão tácita na explícita) e estão unidos nos extremos absolutos (quer a dimensão tácita quer a dimensão explícita correspondem à realidade vista a partir de um ângulo e de um contexto determinado).

¹⁸ Segundo o Prefácio do livro “*Gestão do Conhecimento*” (Takeuchi & Nonaka, 2004, p. ix) esta é definida como “o processo de criar continuamente novos conhecimentos, disseminando-os amplamente através da organização e incorporando-os velozmente em novos produtos/serviços, tecnologias e sistemas”.

¹⁹ A empresa criadora de conhecimento é definida como aquela que cria consistentemente novo conhecimento, o dissemina pela organização e rapidamente o incorpora em novos produtos e novas tecnologias num processo de constante inovação (Takeuchi & Nonaka, 2004; Nonaka, 2004).

É nesta dialética espiralada que Takeuchi e Nonaka (2004) e Nonaka (2004) sustentam a criação do novo conhecimento organizacional da empresa criadora de conhecimento. Isto é, uma organização empresarial pode estruturar-se de forma eficaz para produzir e gerir o conhecimento.

Segundo a teoria de criação de conhecimento organizacional (Nonaka & Takeuchi, 2004), a base para a criação do conhecimento organizacional reside numa espiral que envolve, por um lado, este eixo epistemológico de mobilização e conversão interativa da dimensão tácita e explícita e, por outro lado, porque se trata da criação de conhecimento organizacional, compreende um eixo ontológico em que o conhecimento parte do indivíduo e vai-se difundindo e interagindo progressivamente com o grupo, a organização e com diferentes organizações (Figura 2).

A organização não cria conhecimento. Este é criado pelos indivíduos, sendo, por isso, o ponto de partida da dinâmica ontológica. A organização gera o contexto para a criação de conhecimento, sendo que a organização amplifica (Nonaka & Takeuchi, 2004) o conhecimento criado pelos indivíduos e sedimenta-o nas redes de conhecimento intra e interorganizacionais. Assim, o papel da organização é o de criar o contexto apropriado para facilitar as atividades individuais e de grupo em termos de criação e acumulação de conhecimento. As formas como as organizações se estruturam com a intenção de impulsionarem a “espiral de conhecimento” (Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 71); a estrutura de governança, nomeadamente em termos de autonomia, que estimula os indivíduos para a reconfiguração e criação do conhecimento; o contexto de “flutuação”²⁰ e de “caos criativo”²¹ (Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 76) que estimula a interação da organização com o ambiente externo; a sobreposição intencional de informação, isto é a “redundância”²² (Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 78), que facilita a partilha de conhecimento tácito e, conseqüentemente a criação de conhecimento; e a diversidade interna da organização, isto é, a “variedade” (Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 80) que facilita o acesso rápido à

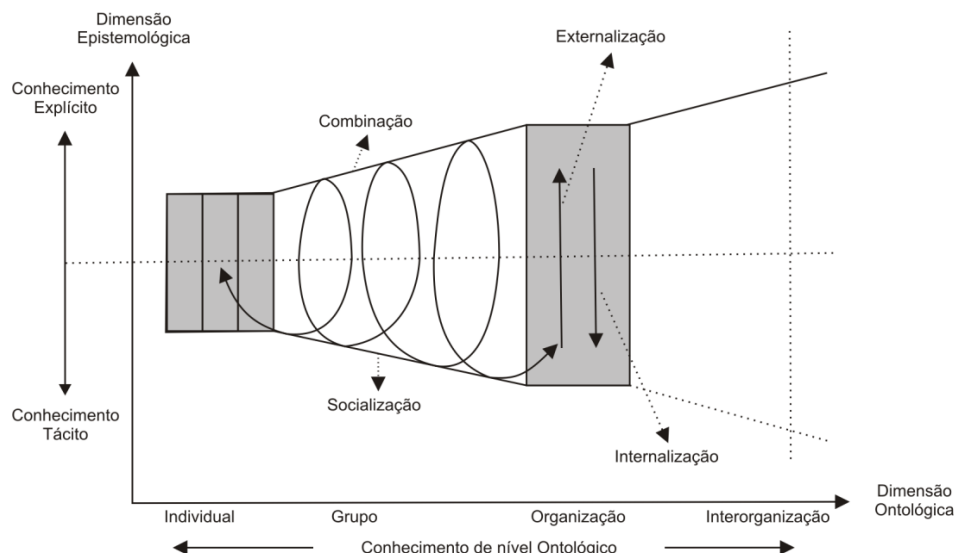
²⁰ Não é sinónimo de desordem, mas sim de uma ordem cujo padrão não é, à partida, previsível (Nonaka & Takeuchi, 2004).

²¹ Corresponde a uma abertura aos sinais do ambiente contextual da organização, para explorar a ambiguidade, os ruídos, e a redundância, criando assim uma certa desordem, decomposição e desequilíbrio do estado habitualmente confortável, que possibilita questionar continuamente as premissas estabelecidas. Isto permite questionar constantemente a organização, recompô-la e favorecer a contínua criação de conhecimento (Nonaka & Takeuchi, 2004).

²² É interpretada por Nonaka e Takeuchi (2004, p. 78) como “a existência de informação que vai para além das exigências operacionais imediatas dos membros da organização.”

complexidade e diversidade de informação que chega do contexto ambiental externo; em conjunto, criam as condições organizacionais que estimulam a criação de conhecimento.

Figura 2: Espiral de criação de conhecimento organizacional²³



Fonte: retirado de Nonaka, Umemoto e Senoo (1996, p. 210).

Ao longo do tempo (Figura 2), é este movimento espiralado da dimensão tácita e explícita do conhecimento, envolvendo a dimensão epistemológica e ontológica que reconfigura e cria o conhecimento organizacional (Nonaka & Takeuchi, 2004). Partindo da construção de um “campo de interação”, no “modo de socialização”, este possibilita a partilha de

²³ A energia que promove o movimento interativo espiralado de conversão do conhecimento (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996, p. 205; Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 59) isto é, o processo de interação social que cria e amplia o conhecimento na sua dimensão tácita e explícita, é composta por quatro modos:

Socialização: faz a conversão da dimensão tácita para tácita. É um processo de partilha de experiências a partir de um determinado campo de interação (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996, p. 205; Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 69). A partilha de experiência enraíza-se nas emoções e nos contextos específicos onde ocorre a partilha entre dois ou mais indivíduos.

Externalização: faz a conversão da dimensão tácita para explícita. É um processo em que se procura articular a dimensão tácita do conhecimento em conceitos explícitos, desencadeada pelo diálogo e reflexão coletiva (Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 62), combinando a dedução e a indução, para explicitar o conhecimento sob a forma de metáforas, analogias, diagramas, conceitos, hipótese e modelos. É o momento essencial para a criação de conhecimento organizacional ao criar conceitos explícitos.

Combinação: faz a conversão da dimensão tácita para explícita. É o processo de sistematização do conhecimento envolvendo diferentes conhecimentos explícitos trocados pelos indivíduos por via de documentos, reuniões, redes de comunicação, e outras formas codificadas de comunicação. A interação proporcionada pelas redes de conhecimento recém-criado e de conhecimento previamente existente possibilita a adição, combinação e estruturação de diferentes conhecimentos, reconfigurando-o e podendo originar novo conhecimento (Nonaka & Takeuchi, 2004).

Internalização: faz a conversão da dimensão explícita para a dimensão tácita. Está relacionada com o *Learning by doing or using* (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996, p. 208; Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 67) proporcionado pela internalização na estrutura de conhecimento tácito dos indivíduos das experiências resultantes dos momentos de socialização e de externalização. É acrescentado *know-how* técnico à base de conhecimento tácito dos indivíduos.

experiências e a subsequente evolução para o “diálogo ou reflexão coletiva”, no “modo de externalização”, permitindo a articulação do conhecimento tácito que, por sua vez, permite a geração de uma rede entre o conhecimento existente e o recém-criado, materializando-o num novo produto, serviço ou processo, cujos indivíduos, no “modo de internalização” incorporam através do “aprender fazendo” (Nonaka & Takeuchi, 2004, p. 69). Ou seja, em termos organizacionais, o conhecimento pode ou não ter origem na ciência ou tecnologia, mas também se produz através da aprendizagem ‘fazendo e usando’ dentro do contexto organizacional das empresas, e mesmo o conhecimento com origem na ciência e tecnologia tem de passar por estes processos de aprendizagem e reconfiguração organizacional.

A literatura organizacional também considera que as atividades das organizações, particularmente as empresariais, podem orientar-se para formas de *exploration* e de *exploitation* de produção de conhecimento, aprendizagem e inovação (March, 1991; Levinthal & March, 1993; Gilsing & Nooteboom, 2006; Kim, Song, & Nerkar, 2012). Àquelas duas formas de conhecimento Cooke (2005b, p. 327) acrescenta o *examination knowledge* para o caso particular da cadeia de valor das biociências.

Segundo a interpretação original de March (1991) as atividades de *exploration* e *exploitation* são formas de aprendizagem e de criação de conhecimento fundamentais para as organizações e para outros sistemas adaptativos. Isto é, as organizações empresariais podem apoiar-se na “exploration of new possibilities and the exploitation of old certainties in organizational learning” (March, 1991, p. 71). As organizações, por processos de aprendizagem dos seus membros, acumulam conhecimento ao longo do tempo que se reflete nas suas normas, regras, procedimentos e configurações, produzidas, reproduzidas e modificadas por processo de socialização dos indivíduos e das organizações, num contexto de competição das organizações para o qual contribui o *exploration knowledge* e o *exploitation knowledge* por elas produzido (March, 1991).

O Quadro 7 procura condensar as principais características do *exploration knowledge* e do *exploitation knowledge* mas, dada a complexidade dinâmica e interdependente destas atividades de produção do conhecimento, torna-se necessária uma explicitação detalhada das suas características, condicionantes, e dinâmicas.

Quadro 7: Características do *exploration/exploitation knowledge*

	<i>Exploration</i>	<i>Exploitation</i>
Origem	Aprendizagem e novas combinações de formas alternativas do conhecimento.	Utilização e refinamento da aplicação do conhecimento já apreendido.
Grau	Predominantemente tácito.	Predominantemente codificado.
Competências	Desenvolvimento de novas competências; Investigação de base, procura de novas ideias, novos mercados ou novas relações; Experimentação, descoberta, sentido de risco, flexibilidade.	Aproveitamento das competências existentes; Combinação das competências científicas, tecnológicas, legais, financeiras e empreendedoras acumuladas; Especialização na aplicação a produtos/processos.
Redes de interação	Contextuais, flexíveis, densas e abertas Interação baseadas em relações informais de confiança; Interações muito frequentes, com muitas entradas e saídas e de curta duração.	Deslocalizadas, estáveis, pouco densas e fechadas Interação dependente do trajeto, formal (contratos, aquisições) e baseada em relações organizacionais; Interações pouco frequentes, com poucas saídas e entradas e de longa duração.
Inovação	Elevado potencial disruptivo da inovação (perfil radical); Diversificação do produto e do processo Incerta e a médio e longo prazo.	Melhoria cumulativa da produtividade e eficiência (perfil incremental); Refinamento, aprofundamento e extensão do produto, processo ou mercado existente; Previsível e no curto prazo.
Apropriabilidade	Dificuldade de apropriação das vantagens no curto prazo; Capitalização do conhecimento (capital de risco) <i>Spin-offs</i> ; Organizações especializadas na experimentação; Redes.	Estagnação da capacidade de absorção no longo prazo (<i>lock-in</i>). Organizações especializadas na exploração Redes.
Acumulação	Disruptivo, aumentando a capacidade de absorção da organização.	Dependente do trajeto e cumulativo.
Dinâmica de transição	Abertura da variedade de contexto a novas redes de relações e, conseqüentemente, a uma maior variedade do conteúdo do conhecimento.	Redução da variedade do conteúdo do conhecimento para convergir com o contexto da tecnologia e da organização.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de March (1991); Levinthal & March (1993); Mcnamara e Baden-Fuller, (1999); Garcia, Calantone e Levine (2003); Rothaermel e Deeds (2004); Gilsing e Nooteboom (2005); Gilsing e Nooteboom (2006); Greve (2007); Bierly III, Damanpour e Santoro (2009); Lavie, Stettner e Tushman (2010); Kim, Song, & Nerkar (2012); Centobelli, *et al.* (2019).

O *exploration knowledge* é apontado por Cooke (2005b, p. 327) como estando associado ao objetivo central da investigação fundamental conduzida maioritariamente nos laboratórios das universidades, institutos de investigação e departamentos de investigação das empresas. No entanto, o *exploration knowledge* é visto como uma forma mais ampla de experimentação, explorando formas alternativas de conhecimento que podem conduzir ao surgimento de novas tecnologias (March, 1991) e ao desenvolvimento de novas capacidades (Gilsing & Nooteboom, 2006), não se apoiando apenas na investigação fundamental.

“The essence of exploration is experimentation with new alternatives” (March, 1991, p. 85). March (1991, p. 71) considera que os atributos do exploration são “search, variation, risk taking, experimentation, play, flexibility, discovery, innovation”. Levinthal e March (1993) centram o conceito no domínio do conhecimento, considerando que o *exploration* persegue o novo conhecimento. Assim, o *exploration* envolve os indivíduos e as organizações na procura, na experimentação e na mudança do conhecimento, manifestando-se em aspetos como a diversificação do produto, a assunção do risco, a internacionalização,

a variedade de formas organizacionais, a experimentação com novo conhecimento (Lavie, Stettner, & Tushman, 2010).

É uma forma de conhecimento que acarreta níveis de incerteza muito elevados e períodos de espera longos. A investigação de base, a busca por novas ideias, a procura de novos mercados ou a criação de novas relações têm resultados mais incertos, horizontes temporais mais longos e efeitos mais difusos do que o desenvolvimento do produto ou o aprofundamento e refinamento do desenvolvimento dos mercados já existentes. Por causa destas diferenças, os processos adaptativos das empresas tendem a dirigirem-se mais para a melhoria da *exploitation* do que da *exploration* (March, 1991). No entanto, a *exploration* exibe um maior potencial de inovação, dado que as suas vantagens advêm, precisamente, do seu carácter disruptivo (March, 1991). Além do mais, é essencial para assegurar a viabilidade futura da organização, ao permitir que esta se adapte, abarque, ou contribua para a construção de outras capacidades competitivas, resultantes de novas tecnologias ou de novos paradigmas tecnológicos²⁴.

O *exploitation knowledge* corresponde a um misto de conhecimento e competências científicas, tecnológicas, empreendedoras, financeiras e legais que permitem que as descobertas sejam transformadas em produtos ou serviços com procura no mercado (Cooke P. , 2005b). Atendendo a que o *exploration* em que se sustenta o *exploitation* não provém exclusivamente da investigação de base, este está associado ao aproveitamento das competências existentes em função das tecnologias e paradigmas tecnológicos vigentes (March, 1991). Levinthal e March (1993) consideram que o *exploitation* se direciona para a utilização e o desenvolvimento do conhecimento já apreendido. Assim, o *exploitation* envolve os indivíduos e as organizações no aumento da produtividade e da eficiência, através do afinilamento das escolhas, das formas de execução e da variabilidade.

Os retornos do *exploitation* são mais rápidos e mais previsíveis. Além do mais, as vantagens do *exploitation* caracterizam-se pelo seu carácter cumulativo, possibilitando à organização acumular aprendizagens e experiências essenciais para refinarem o conhecimento e incrementarem o seu aproveitamento. Dados os resultados positivos mais

²⁴ As organizações que se orientam exclusivamente para o *exploration* revelam maior dificuldade em obterem os ganhos resultantes desse conhecimento, sendo que as patentes funcionam como a principal forma de capitalização desse conhecimento e representam a principal motivação para que estas organizações se empenhem no *exploration* (Levinthal & March, 1993).

imediatos e cumulativos daí resultantes, cria-se uma forte dependência do trajeto relativamente ao processo de *exploitation*, correndo-se o risco de redução ou autodestruição da capacidade adaptativa das organizações ao privilegiarem o desenvolvimento de formas de *exploitation knowledge* em detrimento do *exploration knowledge* (March, 1991).

Segundo Levinthal e March (1993), o processo de *exploitation* facilita a aprendizagem por via da especialização, pelo que as organizações focam os seus processos de aprendizagem e estreitam as competências. Desta forma melhoram a prestação da organização, mas também reduzem as possibilidades e os limites dessas melhorias, incorrendo no risco da ‘miopia da aprendizagem organizacional’ que se pode manifestar pela tendência para ignorar o longo prazo, privilegiando o curto prazo. Pode-se manifestar também pela tendência para ignorar uma visão de conjunto, mais ampla, focando o processo de aprendizagem apenas na vizinhança, colocando em risco a sua sobrevivência no contexto de um sistema mais abrangente, risco este frequentemente retratado como efeito de *lock-in* organizacional. Pode manifestar-se ainda na tendência para ignorar as falhas no processo de aprendizagem organizacional, incrementando assim o risco de fracassar. Outra manifestação dessa ‘miopia da aprendizagem’ é a redução dos incentivos para abraçar capacidades competitivas resultantes de novas tecnologias ou de novos paradigmas tecnológicos. Daí que Levinthal e March (1993, p. 105) concluam que “an organization that engages exclusively in exploitation will ordinarily suffer from obsolescence.”

O *examination knowledge* é identificado por Cooke (2005b, p. 327). Ao analisar a cadeia de valor das biociências dirigidas à saúde humana, aponta uma etapa, considerada como essencial, embora pouco explorada, que identifica como o estágio de *examination knowledge*. Corresponde ao *feedback* gerado pelo conhecimento proveniente dos testes clínicos dos novos tratamentos, terapias e medicamentos, para descobrir se funcionam melhor que os previamente existentes e para garantir a sua segurança e eficácia na aplicação aos humanos. Na restante literatura explorada esta referência ao *examination knowledge* não volta a surgir. Os *feedbacks* são considerados como parte integrante do processo interativo de *exploration* e *exploitation* do conhecimento. Depreende-se que o *examination* será uma particularidade das cadeias de valor dirigidas à saúde humana, sobretudo porque os resultados provenientes dos testes clínicos têm uma importância vital para, junto das entidades reguladoras, provar o valor terapêutico e a segurança da sua aplicação nos humanos e, desta forma, para a autorização da sua subsequente comercialização. Além do mais, entre o momento de identificação de uma molécula com potencial terapêutico e a sua comercialização, decorrem longos anos de testes clínicos, para se produzir precisamente este *examination knowledge*, pelo que, no caso concreto desta cadeia de valor faz sentido destacar esta forma de conhecimento pelo seu impacto no processo de inovação.

A síntese elaborada por Lavie, Stettner e Tushman (2010) em torno da literatura organizacional sobre o *exploration* e *exploitation* leva-os a concluir que a distinção destas formas de conhecimento organizacional implica atender a um conjunto multidimensional de características. Assim, a distinção entre *exploration* e *exploitation* é variável de acordo com um conjunto de características condensadas no Quadro 8.

Quadro 8: Características multidimensionais que promovem a variabilidade de formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento

Caraterísticas multidimensionais	
Especificidade	Existe especificidade do processo de aprendizagem em função do setor de atividade e das funções desempenhadas ao longo de uma determinada cadeia de valor.
Grau de profundidade	Há variabilidade quanto ao grau de profundidade do atual conhecimento base de cada organização (dependência do trajeto) no qual se alavanca o avanço para novas competências técnicas, para novos paradigmas tecnológicos ou para novos relacionamentos externos.
Relatividade	Há relatividade da noção de <i>exploration</i> e <i>exploitation</i> , isto é, determinado conhecimento, tecnologia ou mercado pode ser novo para uma organização, mas familiar para outra, consequentemente o que é <i>exploration</i> para uma organização pode ser <i>exploitation</i> para outra e vice-versa.
Transitividade	Há transitividade entre o <i>exploration</i> e o <i>exploitation</i> (relação ambidestra), admitindo o aparecimento de atividades intermediárias de articulação do <i>exploration</i> e do <i>exploitation</i> , que correspondem, em grande medida, ao que Cooke (2005b) identifica como <i>examination knowledge</i> , e é compatível com a tendência manifestada pelas organizações de, ao longo do tempo, transitarem entre estes dois tipos de conhecimento, para ultrapassar uma certa inércia que pode conduzir ao declínio da organização ou para potenciar a inovação resultante de ambas as formas de conhecimento.
Continuidade	Há continuidade entre <i>exploration</i> e <i>exploitation</i> , que origina o ‘ciclo de descoberta’, mas cuja relação pode variar entre simétrica e assimétrica em função do tipo de inovação em causa (incremental ou radical), reforçando a visão da natureza cumulativa e dinâmica do conhecimento.
Caraterísticas endógenas	As caraterísticas endógenas próprias de cada organização são importantes, isto é, o conhecimento base interno, os recursos internos, a estrutura organizacional, o tamanho e a idade da organização são determinantes para a capacidade de absorção do conhecimento e a conseqüente seleção, acesso, internalização e aplicação do conhecimento externo, influenciando a propensão para as organizações produzirem formas de <i>exploration</i> ou <i>exploitation</i> do conhecimento.
Caraterísticas exógenas	As caraterísticas exógenas, isto é, o ambiente contextual em que se insere a organização, em termos das dinâmicas de mudança e de previsibilidade, o ambiente de intensidade competitiva das organizações concorrentes e o regime de apropriabilidade, que determina a maior ou menor possibilidade de proteção de propriedade intelectual, são fatores externos que influenciam a propensão das organizações para produzirem formas de <i>exploration</i> ou <i>exploitation</i> do conhecimento, pelo que o contexto territorial onde se localizam pode estimular ou inibir o desenvolvimento de uma ou outra forma de conhecimento.

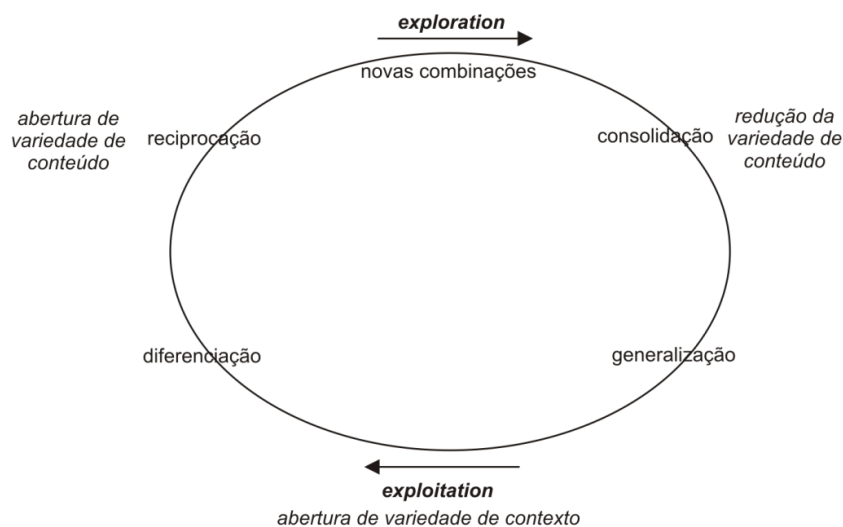
Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Mcnamara e Baden-Fuller; (1999); Gilsing e Nooteboom (2005); Cooke (2005b); Gilsing e Nooteboom (2006); Greve (2007); Lavie, Stettner e Tushman (2010); Centobelli, *et al.*, (2019); Shi, Su e Cui (2020); Lennerts, Schulze e Tomczak (2020).

A necessidade de encontrar o equilíbrio adequado entre as formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento ao nível organizacional é uma evidência quase consensualmente aceite pela literatura da aprendizagem organizacional, possibilitando que as organizações prosperem no curto e no longo prazo e evitem o risco de *lock-in*²⁵.

²⁵ Ver, por exemplo, os trabalhos de March (1991); Levinthal e March (1993); Mcnamara e Baden-Fuller (1999); Garcia, Calantone e Levine (2003); Rothaermel Deeds (2004); Gilsing e Nooteboom (2005); Gilsing Nooteboom (2006); Greve (2007); Bierly III, Damanpour e Santoro (2009); Lavie, Stettner e Tushman (2010); Kim, Song e Nerkar

Alinhando com uma visão dinâmica de transição e equilíbrio entre *exploration* e *exploitation*, e vice-versa, (Nootboom, 2005; Gilsing & Nootboom, 2006) sustentam a ideia de que o equilíbrio entre estes se pode interpretar à luz do ciclo de descoberta (Nootboom, 2005, p. 7; Gilsing & Nootboom, 2006, p. 3) que procura descrever e explicar a forma como *exploration* e *exploitation* estão relacionados, numa lógica de “*continuity in discontinuity*” (Nootboom, 2005, p. 7) e se desenvolvem apoiados um no outro. Nootboom (2005) assume explicitamente que esta é uma proposta heurística, uma vez que deve ser encarada como uma proposta de modelo geral de funcionamento, constituído por um conjunto de estádios sucessivos de um ciclo dinâmico, sujeito a muitas contingências e exceções da tecnologia e do mercado, o que reforça a necessidade de adotar um modelo interpretativo multidimensional do conhecimento.

Figura 3: ciclo da descoberta



Fonte: Retirado de Nootboom (2005, p. 18) Gilsing e Nootboom (2006, p. 3) (tradução própria).

(2012). Este equilíbrio visa evitar as “armadilhas da aprendizagem” resultantes da “miopia da aprendizagem”: as organizações que excluem a *exploitation* arcam com os custos da experimentação sem os respetivos benefícios associados às oportunidades resultantes da *exploitation*; as organizações que excluem a *exploration* incorrem no risco de estagnação da sua capacidade de absorção de conhecimento e inadaptabilidade às mudanças (March, 1991; Levinthal & March, 1993).

Quadro 9: Síntese do ciclo de descoberta

Estrutura e dinâmica	
Dinâmica do sistema	É proporcionada pelo ciclo de alternância da <i>variedade de conteúdo</i> e da <i>variedade de contexto</i> . A seleção reduz a variedade de formas alternativas de uma novidade resultante do <i>exploration</i> , fazendo-as convergir para um modelo dominante de tecnologia e de organização, para possibilitar a <i>exploitation</i> . À medida que as organizações procuram novos contextos de aplicação, as práticas do <i>exploitation</i> confrontam-se com uma maior variedade de contextos, com novas condições e oportunidades, que conduzem a uma abertura da variedade de conteúdo. Os novos conteúdos e problemas criam a motivação para a <i>exploration</i> , afastando-se dos modelos dominantes e entrando para a próxima ronda do ciclo da descoberta. Gera-se, assim, uma tendência de movimento generalizado dirigido ao novo contexto onde residem as bases para a fase seguinte de <i>exploration</i> . Nesta lógica, a dinâmica do conhecimento/aprendizagem organizacional que conduz à inovação decorre da alternância entre a variedade de conteúdo e a variedade de contexto.
Estádio de consolidação	Marca a transição do <i>exploration</i> para a fase inicial de <i>exploitation</i> . A novidade em termos de conceitos, práticas, produtos e tecnologias inicialmente não está determinada e vai sendo construída através de tentativas experimentais, com a progressiva consolidação através das melhores práticas, reduzindo-se a ambiguidade e encaminhando-se para formas mais precisas e padronizadas. É um processo progressivo de refinamento do conhecimento para eliminar a redundância e a ineficiência. Assim, a variedade de conteúdo resultante da <i>exploration</i> de um conceito, tecnologia, produto ou prática vai sendo progressivamente reduzida, para se estruturar num modelo dominante, executável e com aceitação no mercado, possibilitando a <i>exploitation</i> . Trata-se do momento de desenvolvimento da viabilidade (fase de <i>examination knowledge</i> segundo (Cooke P., 2005b) a que se segue a sua translação e consolidação em formas organizacionais que possibilitem a produção eficiente. Nesta fase surgem os primeiros nichos de mercado, as primeiras patentes, emergem novos produtos e aumenta a procura destes, fruto da redução da incerteza. As competências envolvidas passam a estar melhor determinadas, aumentando a sua possibilidade de codificação e reduzindo o peso da dimensão tácita do conhecimento envolvido. A variedade de conteúdo decai, centrando-se o processo de aprendizagem em pequenas melhorias incrementais do produto e do processo. A redução da incerteza provoca um aumento da procura o que conduz ao aparecimento de novos produtos. A inovação dirige-se sobretudo para a eficiência da produção e comercialização, entrando novos participantes na corrida competitiva. Estes novos participantes pressionam no sentido da maior eficiência de produção.
Estádio de generalização	Corresponde à etapa de alargamento da aplicação do produto ou da prática a uma nova variedade de contextos, com o consequente alargamento do <i>exploration</i> . Na sequência do estágio de consolidação, as bases para uma <i>exploitation</i> eficiente emergem, possibilitando a sua expansão e novas aplicações, podendo mesmo originar um novo paradigma techno-económico (Freeman & Perez, 1988). Este novo contexto deve ser suficientemente fechado para proporcionar a <i>exploitation</i> , mas também suficientemente diferente para produzir contributos novos que ponham à prova as oportunidades e as limitações do atual modelo de <i>exploitation</i> e que proporcionem os estímulos para desencadear uma nova <i>exploration</i> em áreas relacionadas de aplicação (variedade relacionada). O aumento da procura conduz à abertura para uma maior variedade de contextos, provocando um afastamento dos modelos de produto, produção e distribuição estabelecidos. Surgem assim novas bases para a <i>exploration</i> . No entanto, as organizações persistem, o mais possível, na <i>exploitation</i> , para não provocarem grandes desajustamentos nas práticas já estabelecidas, mas os novos contextos colocam limites em termos de viabilidade e utilidade dos produtos, processos e organização, forçando o aparecimento de diferentes formas de adaptação. Proporcionam-se assim condições para que se gerem novidades que podem resultar em novas aplicações para as tecnologias ou novos mercados para os produtos existentes.
Estádio de diferenciação	Corresponde à etapa de incremento da variedade de conteúdo, numa espécie de reversão do estágio da consolidação em que se procura abrir a novas versões e a novas adições de novidades. A diferenciação é desenvolvida pela modificação de alguns elementos, embora preservando a arquitetura do modelo. Os contributos para fazer face à maior variedade de contexto chegam sobretudo das experiências prévias acumuladas que podem agora ser aplicáveis ao novo contexto. Caso seja necessário, podem surgir contributos específicos próprios das práticas locais destes novos contextos, procurando a organização conjugar-las com as práticas previamente existente para limitar a complexidade e manter a estrutura da rede existente, continuando a perseguir uma inovação de perfil incremental.
Estádio de reciprocidade	Corresponde à emergência da necessidade de mudanças mais profundas com recurso mais intensivo ao <i>exploration</i> , graças à abertura à nova variedade de conteúdo. A diferenciação, sob a forma de inovações incrementais, pode revelar-se insuficiente para que a organização faça o enquadramento no novo contexto ou, até, este pode apontar novas oportunidades. Os novos elementos absorvidos dos novos contextos conduzem a experiências que originam híbridos constituídos por elementos novos e elementos estabelecidos. Pode originar, inclusivamente, alterações profundas nos elementos centrais do modelo, reorganizando-o em novas arquiteturas. É a fase de viragem entre a <i>exploitation</i> e a <i>exploration</i> , permitindo continuar a <i>exploitation</i> em curso e conjugar-la com novas formas e novos elementos, ou seja, com o <i>exploration</i> . Os resultados destas formas híbridas incentivam a busca por mudanças mais radicais, firmando-se o reforçando a <i>exploration</i> de novas combinações. Surge uma reestruturação mais profunda do produto, da produção, da distribuição e da organização, envolvendo inclusivamente a estrutura das redes pré-existentes, para favorecer a abertura à nova variedade de conteúdos, podendo mesmo proporcionar um processo de destruição criativa, com o consequente desenvolvimento de novas configurações e novas práticas decorrentes dos novos contextos. No entanto, a experiência adquirida nos estádios anteriores ajuda a este processo criativo, pelo que a <i>exploration</i> da novidade não surge por geração espontânea, mas enraíza-se na experiência prévia. Este novo desenvolvimento de <i>exploration</i> pode conduzir a mudanças radicais do sistema prévio de <i>exploitation</i> , agora inconsistente com a novidade emergente, prosseguindo o movimento dinâmico do ciclo de descoberta para os subsequentes estádios de consolidação, generalização e diferenciação.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Nooteboom (2000; 2005) e Gilsing e Nooteboom (2006).

Explicitamente, Gilsing e Nooteboom (2006) apontam os princípios do pensamento evolucionista como os alicerces do modelo (Figura 3): a consolidação implica seleção da novidade, a generalização implica transmissão, e a diferenciação, a reciprocidade, e a exploração geram novas variedades de formas. A estrutura e a dinâmica do ciclo da descoberta são sintetizadas no Quadro 9.

A ideia de que o *exploration* e o *exploitation* do conhecimento se apoiam um no outro, de forma dinâmica e contínua, configurando um ciclo de descoberta movido pela variedade de conteúdo e de contexto, a partir do qual as organizações constroem um conjunto de estratégias de desenvolvimento de atividades de produção daquelas duas formas de conhecimento, remete-nos para a possibilidade de construção de redes de interação com configurações variáveis. Assim, espera-se que as redes exibam características diferentes consoante se orientam para a produção de formas de *exploration* ou de formas de *exploitation* do conhecimento (Quadro 10), com implicações diretas na análise do espaço dos lugares e dos fluxos (Gilsing & Nooteboom, 2006).

Quadro 10: Síntese das características das redes na produção de formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento

	<i>Exploration</i>	<i>Exploitation</i>
Caraterísticas das Redes	<ul style="list-style-type: none"> • emergem tendencialmente redes informais dentro da comunidade em desenvolvimento, baseadas em relações de confiança e reputação, a partir dos resultados iniciais, comentários informais transmitidos boca-a-boca, primeiros protótipos ou no respeito mútuo entre os profissionais a colaborarem na resolução de determinados problemas; • relações com estruturas densas, próximas e embebidas no contexto, para fazer face à enorme incerteza, sobretudo quando se sustenta em conhecimento base com grande pendor tácito e sujeito a mudanças radicais; • relações tendencialmente cara-a-cara, baseadas no <i>know-who</i> e no <i>know-how</i>; • criação de relações redundantes para facilitar a absorção do conhecimento e a avaliação da sua relevância e potencial de concretização; • desenvolvimento de ligações tendencialmente fortes em termos de confiança, reputação e abertura, com o objetivo de fazer face à incerteza quanto à tecnologia, mercado ou organização e para facilitar a compreensão mútua; • desenvolvimento de ligações frequentes com o objetivo de facilitar a compreensão mútua, a confiança e a abertura; • desenvolvimento de ligações não muito duradouras no tempo para permitir a rápida reconfiguração das ligações, facilitar a <i>exploration</i> de novas combinações e evitar uma excessiva identificação, que conduziria a uma excessiva redução da distância cognitiva e à conseqüente redução do potencial de aprendizagem. 	<ul style="list-style-type: none"> • emergem tendencialmente redes formais e menos personalizadas, possibilitadas pela consolidação da inovação numa forma dominante, facilitando a sua codificação, mais rápida difusão e a maior distância, com o conseqüente <i>spillover</i> do conhecimento; • redução da necessidade de relações específicas e de investimentos em compreensão mútua decréscimo de variabilidade e de variedade para explorar novas combinações; • as relações de confiança institucionalizam-se, reduzindo-se o papel da confiança específica das relações graças à possibilidade de codificação da base de conhecimento disponível que facilita a especificação e monitorização contratual; • constituição de ligações fortes e duradouras entre as organizações, orientadas para a produção e distribuição, com o objetivo de garantir a estabilidade, a eficiência na divisão do trabalho e o conseqüente retorno do investimento; • eliminação das ligações redundantes para aumentar a eficiência, diminuindo a densidade da estrutura da rede; • desenvolvimento de ligações menos fortes quanto à frequência dos contactos para a troca de conhecimento; • desenvolvimento de ligações menos abertas e especialização temática das ligações.

Fonte: elaboração própria a partir de Gilsing e Nooteboom (2006).

Em termos de inovação, a imagem do *exploration* e do *exploitation* do conhecimento enquanto um ciclo de descoberta reforça a argumentação em torno de uma visão sistémica, dinâmica, evolutiva, variável e assimétrica da inovação (a aprofundar no segundo capítulo). A ideia de que as organizações desenvolvem o ciclo de descoberta a partir da produção contínua e mutuamente dependente, de formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento reforça a interpretação da inovação como um processo sistémico e dependente do trajeto. A capacidade de absorção do conhecimento das organizações depende do conhecimento por elas desenvolvido, apoiado nesse mesmo ciclo de descoberta, que condiciona o grau de apropriabilidade e o padrão de procura de conhecimento dessa mesma organização, em função dos paradigmas tecnológicos, originando trajetórias tecnológicas seguindo trajetos evolutivos (Dosi & Orsenigo, 1988) variáveis em função dos sistemas setorial e tecnológico de inovação em que se insere (Carlsson & Stankiewicz, 1991; Carlsson, 1997; Malerba, 2002 e 2005) e do conhecimento base de que parte. Assim, sai reforçada a imagem da inovação enquanto uma atividade cumulativa (Dosi, 1988), sustentada em ciclos longos dos regimes evolucionistas (Dosi & Orsenigo, 1988). Só assim se entende a importância das formas de *exploration* do conhecimento na sobrevivência da organização no longo prazo. Além do mais, o ciclo da descoberta ao ser impulsionado pela variedade de conteúdos e de contextos apoiam a possibilidade de emergência de inovação por processos de variedade relacionada (Frenken, van Oort, & Verburg, 2007; Boschma & Frenken, 2011).

Em termos territoriais, dado que as organizações devem desenvolver atividades que visem simultaneamente formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento, e dada a variabilidade das redes que se constituem para a sua produção, espera-se que igualmente uma variabilidade do espaço relacional (a aprofundar no terceiro capítulo). Esta conceção coevolutiva das organizações e do espaço relacional do conhecimento dirigido à inovação económica sustenta a ideia de que o ambiente evolutivo territorial pode ser interpretado à luz da natureza cumulativa e dependente do trajeto das atividades das organizações e da variedade relacionada das atividades das diferentes organizações localizadas num determinado território (Frenken, van Oort, & Verburg, 2007; Boschma & Frenken, 2011; Hassink, Isaksen & Trippel, 2019). Assim se compreende que o território também descreve diferentes trajetos evolutivos configurados pela conjugação, territorialmente assimétrica, das dinâmicas das organizações, das instituições e das redes interativas (Hassink, Isaksen &

Trippl, 2019). Estas assimetrias territoriais contribuem para a variedade de sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1988b; Lundvall, 1988; Nelson, 1993) e de sistemas regionais de inovação (Cooke, 1992; 2001a; 2004a). A leitura segundo o ciclo de descoberta contribui também para sustentar que as políticas territoriais que visam a promoção do conhecimento dirigido à inovação económica devem atender às redes de *exploration* e *exploitation*, em função das especificidades do setor e da tecnologia a que se dirigem (Cooke, 2005b). Isto é, não há políticas universais, mas estas devem atender, entre outras, às contingências próprias das formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento.

1.8. A visão multidimensional dinâmica do conhecimento²⁶.

A exploração da literatura efetuada até ao momento visou identificar as peças que contribuam para resolver o *puzzle* e obter a imagem multidimensional do conhecimento dirigido à inovação económica, a partir do qual, se pretende explorar a correspondente dimensão do espaço dos fluxos de inovação. Pelo exposto até ao momento neste primeiro capítulo, e procurando construir um modelo multidimensional do conhecimento dirigido à inovação económica, podemos agrupar as diferentes dimensões do conhecimento em três grandes níveis: o epistemológico, o ontológico e o hermenêutico.

Nível epistemológico

A origem, a validade e a forma como se obtém o conhecimento está relacionado com a dimensão tácita e codificada do mesmo, características estas que são omnipresentes, indissociáveis e universais (Polanyi, 1966) quer em termos individuais quer em termos organizacionais, como teorizam Nonaka, Umemoto, e Senoo (1996) e Nonaka e Takeuchi (2004). Daqui decorre a necessidade de, independentemente da dimensão de abordagem aos processos de produção, translação, acumulação e aplicação do conhecimento, se atender à natureza indissociavelmente tácita e codificada.

A taxonomia do conhecimento integra a clássica tradição aristotélica na epistemologia do conhecimento dirigido à análise económica ao estabelecer uma relação entre o *know-why* e

²⁶ Uma versão adaptada deste capítulo foi previamente publicada pelo autor. Ver Santos (2013).

a *epistèmè* – conhecimento teórico e universal – e o *know-how* e a *technè* – conhecimento instrumental relativo à prática e contextual – mas acrescenta-lhe ainda o *know-what* factual e normativo e o *know-who* relacional e contextual, associando-lhes ainda o contributo de Polanyi (1966) quanto à ubiquidade da dimensão tácita do conhecimento. Procurando distinguir e qualificar esta dimensão tácita, considera-se que a origem, validade e competências (pessoais e organizacionais) da produção do conhecimento dirigido à inovação económico apoiam-se, simultaneamente, em mais do que uma destas categorias taxonómicas, embora em graus variáveis de acordo com as especificidades de conhecimento base e da dinâmica *exploration-exploitation* em causa, sendo que o *know-how* é uma constante, dada a ubiquidade da dimensão tácita (Lundvall & Johnson, 1994; Lundvall, 1998 e 2006; Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002) (Quadro 11).

Quadro 11: Matriz epistemológica da dinâmica multidimensional do conhecimento.

	<i>Exploration</i> ←	→ <i>Exploitation</i>
Analítico	Codificado atendendo ao <i>know-why</i> de que parte e que produz; mas Tácito atendendo ao alargamento de contexto e de conteúdo, reforçando o papel do <i>know-how</i> e <i>know-who</i> .	Tácito atendendo ao <i>know-how</i> e à estrutura cognitiva do investigador; mas Codificável atendendo à redução de contexto e de conteúdo que possibilita a aplicação direcionada a um processo ou produto.
Sintético	Parcialmente codificado nos processos e produtos de que parte; mas Profundamente tácito por se basear fundamentalmente em <i>know-how</i> instrumental e prático, vincado pelo alargamento de contexto e de conteúdo a que se dirige.	Profundamente tácito ao aprofundar e refinar o <i>know-how</i> por processos de <i>learning by doing, using and interacting</i> ; mas Parcialmente codificável pela diminuição da incerteza resultante de redução de contexto e de conteúdo ao focar-se no incremento dum processo ou produto.
Simbólico	Parcialmente codificado nos sons, imagens ou símbolos de que parte; mas Profundamente tácito pela infusão sociocultural do <i>know-how</i> e <i>know-who</i> reforçada sempre que se pretende alargar a novos contextos ou conteúdos.	Profundamente tácito pelo <i>know-how</i> e <i>know-who</i> artístico envolvido; mas Codificável, por vezes apenas temporariamente, pela síntese criativa da diversidade multicultural numa performance, processo ou produto específico.

Fonte: elaboração própria.

A leitura a partir do conhecimento base também incorpora, em parte, uma preocupação com a clarificação desta dimensão epistemológica. Ao considerar o conhecimento analítico relacionado com formas de raciocinar que estabelecem uma posição verdadeira, independentemente do facto ou da experiência, e objetivando conclusões sob a forma de princípios gerais (Asheim & Coenen, 2005) (de notar a relação com o método científico); ao considerar o conhecimento sintético como aquele em que a verdade é determinada pela observação ou pelos factos; e o simbólico como aquele cuja origem provém de

construções de realidades alternativas e de realidades culturais (Asheim, 2011), contribui para estabelecer diferenças epistemológicas entre os três grandes vértices do conhecimento, no seio dos quais se apoiam as organizações para o processo de inovação, o que facilita a interpretação da variabilidade de taxonomias do conhecimento recrutadas em função das características de cada uma das formas de conhecimento-base. Nem mesmo o conhecimento científico (analítico), aquele que maior esforço intencional empreende no sentido da codificação, se liberta totalmente da dimensão tácita ao longo de todo o processo de produção, difusão, acumulação e aplicação (Senker, 1993; Gibbons *et al.*, 1994). O peso da dimensão tácita no método científico de produção do conhecimento é reforçado pelo facto da sua origem não estar reservada à investigação pura, mas proceder de qualquer um dos quadrantes de investigação científica (Stokes, 1997). Isto é, como salientam Gibbons *et al.* (1994), a produção do conhecimento, inclusivamente o científico, aproxima-se crescentemente do contexto de aplicação e de uso, o que reforça a ligação entre o *exploration knowledge* e o *exploitation knowledge* (Gilsing & Nooteboom, 2006). Assim, numa leitura dinâmica e multidimensional da epistemologia do conhecimento dirigido à inovação económica, considera-se que a origem e validade do conhecimento não são um exclusivo do método científico, mas pode partir fundamentalmente do conhecimento analítico, sintético ou simbólico, evoluindo por um processo dialético em que se procura superar o paradoxo da universalidade da composição simultaneamente tácita e explícita do conhecimento, embora com graus variáveis, envolvendo, por isso, diferentes categorias taxonómicas de competências – *know-what*, *why*, *how* e *who*. Esta variabilidade no processo de produção de conhecimento é reforçada à medida que se vai avançando no ciclo de descoberta ou na cadeia de valor entre as formas de *exploration* (*examination* quando se justifique destacar esta dimensão) e *exploitation* do conhecimento. Esta dinâmica desenvolve-se inserida em e contribui para o desenvolvimento de um ecossistema de produção do conhecimento – abarcando as esferas social, económica e institucional – sustentado em formas de produção crescentemente interdisciplinares e transdisciplinares, envolvendo uma diversidade de *locus* de produção em diferentes localizações geográficas, relacionados através de redes de conhecimento variadas, e validado por critérios de utilidade económica e social (Gibbons *et al.*, 1994; Carayannis & Campbell, 2006, 2011 e 2012).

Nível ontológico

Em termos de natureza existencial, a origem, translação, acumulação e aplicação do conhecimento dirigido à inovação económica é realizada por indivíduos, por grupos de indivíduos ou por redes interativas de indivíduos, contextualizados em organizações ou em redes interorganizacionais, institucionalmente inseridos – indivíduos e organizações – num ambiente mais amplo, configurado pelo tempo e pelo espaço (Quadro 12). Assim se compreende que a origem, acumulação, translação e aplicação do conhecimento esteja enraizada na dimensão tácita e explícita do conhecimento incorporado nos indivíduos (Polanyi, 1966). Por processos de interação entre indivíduos e destes com os objetos, estabelece-se uma relação dialética de síntese entre as dimensões paradoxais tácita e explícita, possibilitando a síntese de novo conhecimento ou a reconfiguração do conhecimento existente e a sua acumulação, translação e aplicação (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996; Takeuchi & Nonaka, 2004).

Quadro 12: Matriz ontológica da dinâmica multidimensional do conhecimento.

	<i>Exploration</i> ←	→ <i>Exploitation</i>
Analfítico	Universidades, institutos de investigação, departamentos de I&D, <i>start-ups</i> , <i>spin-offs</i> , redes organizacionais; mas Incorporado no investigador, numa equipa, numa rede de investigadores, ou comunidades epistémicas durante a expansão de contexto e de conteúdo pela sua natureza disruptiva.	Dependente da capacidade de absorção de conhecimento da organização pela natureza cumulativa e dependente do trajeto; mas Codificado em publicações científicas, patentes ou licenças de novos processos ou produtos.
Sintético	Organizações empresariais, organizações de investigação aplicada, escolas profissionais, redes interativas produtores-utilizadores; mas Incorporado na aprendizagem de competências do indivíduo, comunidade de prática ou redes de indivíduos durante a ampliação de contexto e conteúdo.	Dependente do incremento das competências especializadas das organizações e das redes interativas fornecedor-cliente, devido à dependência do trajeto; mas Incorporado, cumulativamente, nos processos ou produtos existentes, dado o perfil incremental.
Simbólico	Organizações artísticas, departamentos criativos das empresas, ateliês especializados, organizações e/ou consórcios temporários orientados para a produção cultural ou criativa; mas Incorporado na conflitualidade e diversidade criativa do artista/criativo, do grupo e/ou da rede multicultural e multidisciplinar, profundamente enraizada no novo contexto e conteúdo.	Dependente do refinamento da contextualização sociocultural das competências artísticas e criativas da organização ou da rede; mas Incorporado, ainda que por vezes de forma efémera, numa performance, obra, maquete ou outras formas de produção cultural e criativa, dirigidas a um contexto e conteúdo específico.

Fonte: elaboração própria.

Por um lado, dependendo do conhecimento base de que parte o processo (Asheim & Coenen, 2005), a dimensão tácita terá maior ou menor peso, com reflexo nas taxonomias do conhecimento que o indivíduo possui, mobiliza e desenvolve (Lundvall & Johnson, 1994;

Lundvall, 1998; Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2002). Por outro lado, o cruzamento do conhecimento base, com a dinâmica interdependente *exploration-exploitation* do conhecimento reforça a necessidade dos indivíduos mobilizarem diferentes categorias taxonómicas do conhecimento, igualmente variáveis em termos da dimensão explícita e tácita do conhecimento, de acordo com a etapa no ciclo de descoberta (Nooteboom, 2005; Gilsing & Nooteboom, 2006) ou com o estágio da cadeia de valor a que se direciona (Cooke, 2005b).

A crescente complexidade e diversidade dos problemas e a, cada vez mais, estreita relação entre a teoria e a prática, a investigação e a aplicação (Gibbons *et al.*, 1994; Stokes, 1997), pressionam os indivíduos a reforçarem os processos interativos de produção do conhecimento, assentes em redes de conhecimento, que podem reunir e estruturar taxonomias de competências e até conhecimento base diverso, vincando a continuidade e estreita interdependência entre as etapas de *exploration knowledge* e *exploitation knowledge* ao nível organizacional. Esta complexidade, associada à importante dimensão tácita do conhecimento daí resultante, reforçam a necessidade de participação nas redes de produção do conhecimento para a ele acederem, dada a indissociabilidade entre a produção e a difusão (Gibbons *et al.*, 1994).

As organizações proporcionam o contexto favorável à ação dos indivíduos na criação, acumulação, translação e aplicação do conhecimento. Funcionam ainda como espaço de acumulação, ressonância, interação e multiplicação coletiva do conhecimento produzido, transladado e aplicado pelos indivíduos pertencentes à organização ou relacionados com ela (Nonaka & Takeuchi, 2004). Daqui resulta a natureza cumulativa do conhecimento organizacional, de que depende a capacidade de absorção da mesma (Cohen & Levinthal, 1990). Estas são as razões que sustentam a importância de conceber uma arquitetura organizacional enquanto entidade produtora de conhecimento (Nonaka, Umemoto, & Senoo, 1996; Takeuchi & Nonaka, 2004) ou como organizações aprendentes (Lundvall & Johnson, 1994; Lundvall, 2004). Independentemente das atividades de produção do conhecimento se apoiarem mais numa das categorias de conhecimento base, as organizações necessitam de recrutar e de desenvolver um leque abrangente de categorias taxonómicas do conhecimento. No entanto, o conhecimento base não deixa de condicionar o foco, a arquitetura e as estratégias organizacionais (divisão do trabalho, internalização/externalização de competências, especialização/diversificação, estrutura

das redes externas de interação com outras organizações, localização geográfica, etc.) em função destas se apoiarem mais no conhecimento analítico – com o *know-why* a desempenhar um papel central – ou no conhecimento sintético – acentuando-se o papel do *know-how* – ou, ainda, no conhecimento simbólico – assumindo o *know-who* um papel central (Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Moodysson, Coenen, & Asheim, 2008).

A própria apropriabilidade do conhecimento pela organização é variável em função destas mesmas características, à qual não é alheio o comportamento dependente do trajeto do conhecimento acumulado ao longo do tempo no seio da organização. Por outro lado, dependendo da etapa do ciclo de descoberta a que se dirige, num determinado momento, e/ou atendendo à posição que ocupa ou a que se dirige na cadeia de valor, independentemente do conhecimento base de que parte, as dimensões e competências de que necessita e que desenvolve podem estar mais orientadas para as formas de *exploration knowledge* ou de *exploitation knowledge* (Nooteboom, 2005; Cooke, 2005b; Gilsing & Nooteboom, 2006), reforçando a necessidade de recrutamento de um leque abrangente de taxonomias de competências que permitam o desenvolvimento equilibrado entre os momentos de *exploration* e os de *exploitation*. No entanto, dado o carácter contínuo e interdependente destes, a natureza do conhecimento acaba por envolver simultaneamente graus elevados da dimensão tácita e codificada e acabam por abarcar um leque diversificado da *taxonomia* das competências do conhecimento ao nível organizacional. Em função do *conhecimento base* de que partem para o subsequente processo inovador, emergem algumas competências que desempenham um papel mais central.

Daqui resulta uma visão que sustenta um papel crescente das redes interativas (intra e interorganizacionais) enquanto estrutura que melhor se ajusta às características multidimensionais dinâmicas do conhecimento, como forma de corporizar a produção do conhecimento. Este papel das redes sai ainda reforçado pelo facto de os indivíduos e as organizações não agirem de forma isolada, mas no contexto dum ecossistema de produção do conhecimento (Carayannis & Campbell, 2006, 2011 e 2012). Desta forma, espera-se que o espaço relacional desempenhe um papel ubíquo no processo de produção e translação do conhecimento, embora com desempenhos variáveis resultantes da conjugação das dimensões do conhecimento base, do ciclo da descoberta e da posição e evolução da cadeia de valor em que se inserem e a que se dirigem as organizações, o que

sustenta igualmente uma variabilidade em função do setor e da tecnologia, com implicações para as políticas territoriais de inovação económica.

Nível hermenêutico

Atendendo às dimensões epistemológicas e ontológicas do conhecimento, no momento de se proceder à interpretação do processo de origem, acumulação, translação e aplicação do conhecimento dirigido à inovação económica, emergem diferentes propriedades, decorrentes da sua natureza multidimensional dinâmica. O Quadro 13 faz a síntese dessas propriedades hermenêuticas.

Quadro 13: Síntese hermenêutica da dinâmica multidimensional do conhecimento.

Indissociabilidade	A interpretação de cada uma das diferentes dimensões do conhecimento é indissociável das restantes dimensões. Isto é, para a interpretação do conhecimento-base é necessário recorrer à dimensão taxonómica do conhecimento que caracteriza as competências envolvidas no seu uso, refinação e produção. Associar a dinâmica <i>exploration-exploitation</i> à medida que evolui no ciclo de descoberta/cadeia de valor. Ponderar o grau da dimensão tácita e codificada envolvida no conhecimento. Descrito a partir de outra dimensão, a dinâmica <i>exploration-exploitation</i> do conhecimento envolve diferentes taxonomias do conhecimento que variam em função do conhecimento-base de onde parte o ciclo de descoberta/cadeia de valor, refletindo-se na variabilidade do grau de codificabilidade do conhecimento utilizado, refinado e produzido. Independentemente da dimensão a partir da qual se inicia o processo de interpretação do conhecimento dirigido à inovação económica, as restantes dimensões surgem associadas, potenciando a explicitação interpretativa. Estabelece-se assim uma relação sistémica entre as diferentes dimensões, em que a mudança numa dimensão tem repercussões nas restantes.
Grau	A interpretação do conhecimento, dada a inexistência de dimensões do conhecimento absolutamente puras, exige que se atenda às múltiplas configurações possíveis resultantes da variabilidade quanto ao grau da mistura da dimensão tácita e explícita, quanto ao grau de mistura da dimensão analítica, sintética e simbólica de que parte, quanto ao grau de mistura da dimensão taxonómica das competências – <i>know-what, why, how</i> e <i>who</i> – em que se apoiam os processos de produção do conhecimento-base e as necessárias e produzidas ao longo do ciclo de descoberta/cadeia de valor, também ele composto por uma variabilidade quanto ao grau de atividades de <i>exploration, (examination),</i> e <i>exploitation</i> do conhecimento.
Especificidade	A interpretação do conhecimento deve atender às particularidades de cada uma das diferentes atividades de inovação económica. Atendendo aos requisitos do sector, da tecnologia, da organização e da cadeia de valor, vão-se produzindo diferentes texturas do conhecimento, em função da conjugação dos diferentes graus de conhecimento-base, dos diferentes graus de <i>exploration</i> e <i>explotation</i> do ciclo de descoberta e dos diferentes graus de taxonomias de competências em que se apoiam e que produzem, que, por sua vez, cada uma daquelas dimensões conjuga diferentes graus da dimensão tácita e explícita do conhecimento. Assim, em função do setor de atividade, da tecnologia, da organização e da sua posição na cadeia de valor, o conhecimento envolvido exhibe determinadas texturas específicas, diferentes dos restantes e mutáveis ao longo do tempo. Esta especificidade está muito relacionada com a natureza cumulativa do conhecimento, com a dependência do trajeto da organização, do setor ou da tecnologia e com o seu ciclo de vida. Por isso, espera-se que resultem igualmente comportamentos e características específicas em termos do espaço relacional do conhecimento dirigido à inovação económica, em função da textura específica do conhecimento em análise.
Relatividade	O conhecimento, apesar da especificidade, não deve ser interpretado como encapsulado num trajeto único, mas antes como intercomunicante. Decorrente da variedade de grau das diferentes dimensões do conhecimento, existem múltiplas possibilidades de, ao longo do ciclo de descoberta, se gerarem pontos de sobreposição total ou parcial e complementaridades entre diferentes trajetos do conhecimento, que possibilitem o cruzamento entre dois ou mais processos de produção do conhecimento distintos, resultando

	daí uma nova oportunidade de criação ou reconfiguração do conhecimento. No fundo, a relatividade vem equilibrar a especificidade, ao afirmar a possibilidade de inter-relação de um processo específico de uso, refinamento e criação do conhecimento com outro processo diferente. Dentro da variedade específica de processos de produção do conhecimento, geram-se possibilidades de fertilização cruzada que podem originar variedade relacionada entre trajetórias tecnológicas e setores de atividade.
Cumulatividade	Há uma acumulação de conhecimento ao longo de todo o processo de produção do mesmo. O resultado da produção de conhecimento acumula-se sob a forma de conhecimento individual e organizacional e é a partir da conjugação deste mesmo conhecimento prévio acumulado que é determinada a capacidade de absorção dos indivíduos e das organizações, possibilitando-lhes desenvolverem o processo de aprendizagem, absorção e criação de novo conhecimento. Mesmo quando esse processo é disruptivo, à imagem da teorização <i>schumpeteriana</i> , ele apoia-se no conhecimento normal, recorrendo à imagem proposta por Kuhn (1962 [1970]), para provocar a revolução paradigmática. Assim, ao considerar-se que existe cumulatividade na utilização, refinamento e produção das diferentes dimensões do conhecimento, reforça-se a ideia de que o conhecimento vai construindo um trajeto gerador de dependência do trajeto. Isto é, o conhecimento prévio é determinante para o subsequente avanço no conhecimento que, uma vez produzido, reforça as competências individuais e organizacionais, impulsionando para novos avanços.
Transitividade	Decorrente da cumulatividade, a interpretação do conhecimento considera a propriedade de transitividade. Isto é, não há uma separação hermética entre cada avanço no conhecimento, existindo antes uma transição cumulativa espiralada. A transitividade pode-se verificar, por exemplo, ao longo do ciclo de descoberta, com o <i>exploration</i> a evoluir para formas de <i>exploitation</i> do conhecimento, transitando posteriormente para uma nova etapa de <i>exploration</i> e assim sucessivamente, acrescentando, desta forma, conhecimento ao conhecimento previamente existente. A imagem assemelha-se mais a uma espiral de descoberta. Também existe transitividade, por exemplo, ao longo de uma determinada cadeia de valor ²⁷ . Esta característica da transitividade reforça igualmente a natureza cumulativa do conhecimento e a necessidade de as organizações incrementarem constantemente a sua capacidade de absorção, potenciando a criação de pontes que possibilitem a emergência duma certa variedade relacionada entre diferentes processos de aprendizagem, utilização, refinamento e produção do conhecimento, o que permite que o trajeto do conhecimento, para além da dependente do trajeto vá criando também uma certa interdependência do trajeto ²⁸ (Cooke, 2012) ao longo do tempo e, desta forma, incrementando o potencial de criação e reconfiguração do conhecimento por fertilização cruzada. Esta é uma propriedade do conhecimento importante para estabelecer uma relação com as teses sobre o ciclo de vida da inovação (Menzel & Fornahl, 2009) e sobre os sistemas adaptativos complexos (Martin & Sunley, 2011) das inovações.
Dinâmica	A interpretação do conhecimento considera o tempo. Não apenas uma datação estática no tempo, o que impediria a avaliação da transitividade e da cumulatividade, mas a dinâmica ao longo de um período de tempo. Só adotando uma interpretação temporalmente dinâmica se pode capturar as propriedades hermenêuticas do conhecimento enumeradas anteriormente que, em conjunto, permitem caracterizar a natureza cumulativa do conhecimento, traçando uma trajetória dependente do trajeto, mas caracterizada igualmente pelo entrelaçar de uma ou mais trajetórias, geradoras de interdependências do trajeto, graças a uma certa variedade relacionada proporcionada por um certo grau de proximidade cognitiva, e daí avaliar a sua evolução ao longo do ciclo de vida da inovação (Menzel & Fornahl, 2009) e a sua reconfiguração nos sistemas adaptativos complexos (Martin & Sunley, 2011).

Fonte: elaboração própria.

Atendendo à globalidade das propriedades hermenêuticas apontadas até ao momento, espera-se que daqui resulte um mosaico temporalmente dinâmico, composto por uma grande variedade de texturas de conhecimento em função das características setoriais,

²⁷ Por exemplo, Cooke (2005b) demonstra-o para a cadeia de valor das biociências dirigidas à saúde humana.

²⁸ Segundo Cooke (2012, p. 33) “path inter-dependence” corresponde à “search and selection activities that permit the interaction with other industries”. Neste contexto em que aqui se aplica, corresponde ao conhecimento que, num dado momento do trajeto do ‘ciclo de descoberta’, pela abertura de contexto e de conteúdo entrelaçar-se com outro trajeto do ‘ciclo de descoberta’ (variedade relacionada), resultando daí a reconfiguração ou a criação de novo conhecimento, originando um novo trajeto e o respetivo ‘ciclo de descoberta’ próprio.

tecnológicas e organizacionais do processo de inovação económica a que se dirige (a aprofundar no segundo capítulo).

No entanto, ainda fica a faltar uma dimensão: a dimensão territorial do conhecimento. Espera-se igualmente que o mosaico composto pelas diferentes texturas do conhecimento resultantes da sua composição multidimensional dinâmica sustente também uma interpretação territorial variável e dinâmica quanto ao espaço relacional, contrariando uma visão dualista e simplista que associa a dimensão tácita à necessidade de proximidade geográfica e a dimensão explícita à morte do território enquanto variável explicativa. Mas dado que esta dimensão territorial é central para esta investigação, a ela se dedicará uma parte considerável do terceiro capítulo.

1.9. O modelo multidimensional dinâmico do conhecimento

O modelo é uma proposta heurística que pretende explicar a dinâmica multidimensional do conhecimento dirigido à inovação económica, atendendo às características epistemológicas, ontológicas e hermenêuticas, apresentadas anteriormente. O contexto em que se insere o processo de criação e reconfiguração do conhecimento é caracterizado pela tendência de aprofundamento das características identificadas como os Modos de produção do conhecimento (Modos 1, 2 e 3), propostos por Gibbons, *et al.* (1994) e por Carayannis e Campbell (2006). Neste contexto, o modelo multidimensional dinâmico do conhecimento dirigido à inovação económica que se propõe (Figura 4, Figura 5 e Figura 6) é sustentado pela evolução da produção e reconfiguração do conhecimento ao longo de três planos: o horizontal, o vertical e o diagonal.

Plano horizontal

O triângulo representa o conhecimento-base a partir do qual as organizações e os indivíduos desenvolvem o conhecimento dirigido à inovação económica. Nos vértices situam-se os estados puros do conhecimento base analítico, sintético e simbólico. Considerando que estes estados puros são raros ou até inexistentes, cada atividade de produção do conhecimento dirigida à inovação económica distribui-se pela área no interior desse mesmo triângulo, de acordo com as especificidades epistemológicas que o caracterizam, obtendo-se assim o grau de mistura analítica-sintética-simbólica da dimensão do conhecimento-base que sustenta o processo de inovação económica.

Figura 4: Dinâmica multidimensional – plano horizontal



Fonte: elaboração própria

No seio do triângulo do conhecimento-base estão representadas as diferentes categorias da dimensão taxonômica do conhecimento. A sua distribuição obedece ao papel de destaque que desempenham relativamente ao conhecimento-base, daí o *know-why* se aproximar do analítico, o *know-how* do sintético, o *know-who* do simbólico e o *know-what* ao centro, dado que este desempenha um papel equidistante face aos vértices do conhecimento-base. No entanto, todos podem contribuir para o uso e produção de qualquer uma das formas de conhecimento-base, embora com variabilidade quanto ao grau de participação. Essa é a razão pela qual não se traçou uma linha de fronteira a delimitar a áreas de influência exclusiva para cada uma das taxonomias do conhecimento. Assim, ao posicionar-se a atividade de produção do conhecimento de acordo com o grau de mistura do conhecimento-base, deve-se atender igualmente à mistura do grau das taxonomias de competências envolvidas no uso e produção do conhecimento-base.

O posicionamento face ao conhecimento-base e face às taxonomias que possibilitam a sua produção e uso permite avaliar o grau da dimensão tácita e codificada envolvida, compreendida dentro de um espectro de possibilidade entre o extremo puro da dimensão tácita – posicionada ao nível dos vértices puros do conhecimento base sintético e simbólico – e o extremo puro da dimensão explícita – localizada ao nível do vértice puro do conhecimento base analítico. No entanto, sublinha-se a ideia de que as dimensões puras do conhecimento são muito raras ou mesmo inexistentes, sendo usadas apenas com o propósito de abstração.

Ao entrelaçar a dimensão do conhecimento base, com a taxonomia do conhecimento e com a dimensão tácita e explícita, o plano horizontal permite urdir uma parte da textura do

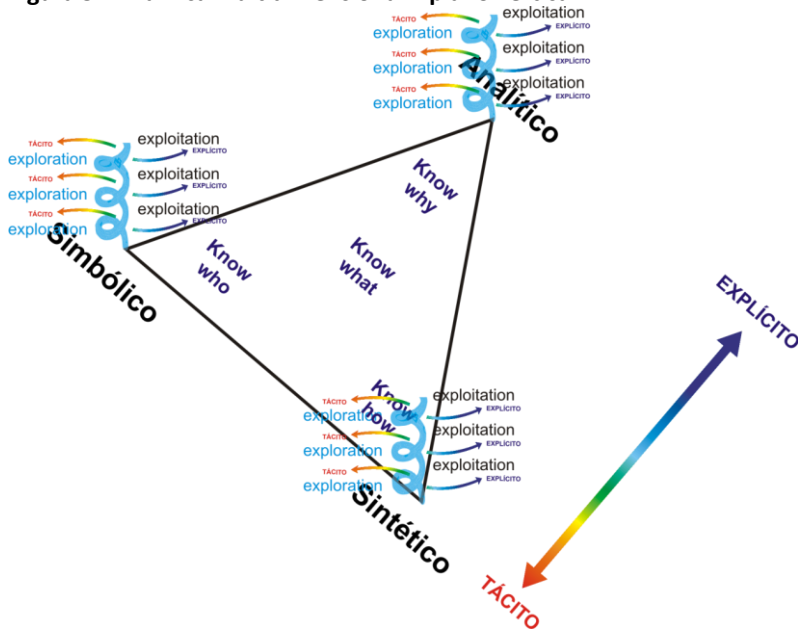
conhecimento que sustenta os diferentes processos de inovação económica. No entanto, por si só, o plano horizontal não permite obter uma visão dinâmica da trama que, ao longo do tempo, vai tecer a tela, e a própria interpretação multidimensional fica incompleta.

Plano vertical

Representa a evolução da trajetória do conhecimento ao longo do tempo, reforçando a sua natureza cumulativa e irreversível, destacando o seu carácter dependente do trajeto.

O ritmo dessa evolução é marcado pela dimensão *exploration-exploitation* ao longo do ciclo de descoberta/cadeia de valor. Partindo da etapa de *exploration*, com elevado grau de dimensão tácita e assentes num grau de conhecimento-base e de taxonomias do conhecimento em função da relatividade hermenêutica, podendo reforçar ou suavizar o grau da dimensão tácita, vai evoluindo para as etapas mais dirigidas à *exploitation*, evoluindo em simultâneo a mistura do grau analítico-sintético-simbólico e a mistura taxonómica de competências envolvidas. Por uma questão heurística, a espiral de *exploration-exploitation* foi colocada nos extremos puros representados pelos vértices do triângulo (Figura 5) mas o ciclo de descoberta origina-se e, ao longo do tempo, desenvolve-se em qualquer ponto da área do triângulo, dependendo do grau de mistura das múltiplas dimensões do conhecimento representadas no plano horizontal e do trajeto que o conhecimento vai construindo à medida que se desenrola o ciclo de descoberta, representado no plano vertical.

Figura 5: Dinâmica multidimensional – plano vertical



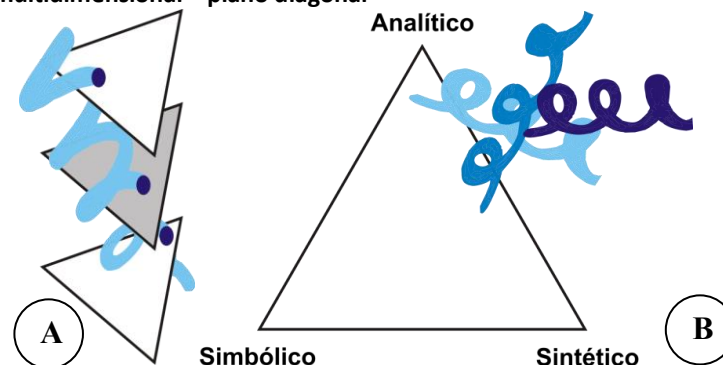
Fonte: elaboração própria.

Plano diagonal

Representa a evolução da trajetória do conhecimento ao longo do tempo, permitindo acentuar o caráter cumulativo do conhecimento e o seu trajeto irreversível, mas destaca particularmente a possibilidade de se entrelaçarem diferentes trajetórias em função da fertilização cruzada do conhecimento e da variedade relacionada entre tecnologias, podendo originar uma nova trajetória, o que acentua o caráter interdependente do trajeto do processo de produção e uso do conhecimento.

No trajeto que vai descrevendo ao longo do tempo, o conhecimento pode manter-se fiel ao grau da mistura epistemológica do conhecimento base, descrevendo uma trajetória vertical. Pode, ainda, inclinar a trajetória na direção de qualquer um dos vértices, graças à alteração do grau da composição epistemológica com reflexos nas dimensões ontológicas e hermenêuticas (Figura 6A). Pode mesmo entrelaçar-se com outras trajetórias do conhecimento, através de uma abertura e aproximação cognitiva, levando à fertilização cruzada do conhecimento e potenciando processos de variedade relacionada (Figura 6B). O ritmo dessa evolução é marcado pela dinâmica *exploration-exploitation* ao longo do ciclo de descoberta e ao longo do ciclo de vida da tecnologia. O momento crucial para esta deslocação diagonal de aproximação cognitiva ocorre na fase de *exploration*. É com a abertura a novos contextos e conteúdos que dois trajetos se podem entrelaçar e gerar formas híbridas do conhecimento graças à fertilização cruzada e originar um novo trajeto espiralado do conhecimento, com o seu ciclo de descoberta próprio. Esta nova espiral, inicialmente, pode ser apropriada através, por exemplo, da criação de uma *spin-off* ou de uma *start-up*. Assim, a dinâmica temporal apoiada no ciclo de descoberta é potenciadora da geração de redes de conhecimento que se podem entrelaçar, e não apenas de trajetos paralelos, gerando nós de ligação nos pontos onde exista abertura e aproximação cognitiva.

Figura 6: Dinâmica multidimensional – plano diagonal



Fonte: elaboração própria.

Dinâmica

A dinâmica multidimensional é obtida pela conjugação dos planos horizontal, vertical e diagonal, ao longo dos quais se vai tecendo diferentes texturas do conhecimento à medida que, ao longo do tempo, se estabelecem trajetórias do conhecimento, resultado, por um lado, da sua acumulação e irreversibilidade e, por outro lado, pela sua evolução no ciclo de descoberta/cadeia de valor. Desta forma, reforça-se uma interpretação dependente do trajeto do processo de produção e reconfiguração do conhecimento, o que consolida a ideia de que as organizações partem do conhecimento prévio acumulado no seu seio para avançarem no processo de construção de conhecimento, e que esse conhecimento acumulado condiciona a capacidade de absorção, isto é, a capacidade da organização para compreender, se relacionar e absorver conhecimento externo diferente do da organização. Assim, considera-se que a produção do conhecimento é um processo espiralado que evolui ao longo do tempo impulsionado pelo ciclo de descoberta. No entanto, estas trajetórias também se vão aproximando ou afastando cognitivamente, podendo cruzar-se uma ou mais trajetórias em função das oportunidades de fertilização cruzada do conhecimento, potenciando processos de variedade relacionada.

2. ...À inovação económica...

2.1. Introdução

A inovação económica, enquanto objeto de estudo sistemático, enraíza-se nos trabalhos iniciais de Joseph Schumpeter, com particular relevância para as obras *The Theory of Economic Development* (1919 e 1934 – versão inglesa da edição revista), *Capitalism, Socialism and Democracy* (1943) e *History of Economic Analysis* (1954 – obra publicada póstuma) onde Schumpeter aborda o papel da inovação na mudança social e económica ao longo do tempo histórico. Segundo (Fagerberg, 2005; Malerba, 2005a; Dosi & Nelson, 2010) o pensamento fundador de Schumpeter sobre a inovação divide-se em dois grandes momentos.

Num primeiro momento Schumpeter (1939) centra-se no papel dos empreendedores, isto é, os inovadores, enquanto pessoas que procuram reunir e combinar os diferentes fatores necessários à inovação (diferentes tipos de conhecimento, de capacidades, de competências, de recursos, ...) acentuando o papel da entrada de novas empresas e a sua capacidade de destruição criativa. Num segundo momento foca-se na importância da inovação nas grandes empresas e nos diferentes setores, identificando, por um lado, a tendência para a concentração das inovações em torno de certas indústrias e em determinados períodos de tempo, por processos de acumulação de conhecimento (a que Pavitt chama de acumulação criativa) – os ciclos de negócios e as grandes vagas ou ciclos longos (Schumpeter, 1939) – e, por outro lado, discute o papel da mudança institucional (Schumpeter, 1943 [2003]) e a utilidade da investigação qualitativa e dinâmica, considerando o tempo histórico (Schumpeter, 1912 [1954]; Schumpeter, 1954 [2006]).

Os últimos 50 anos de estudos sobre a atividade de inovação económica *post-schumpeteriana* demonstram a influência da abordagem inicial de Schumpeter, atendendo à forte presença de estudos *neo-schumpeterianos* (Cohen, 2010). Contudo, é a partir do final do século XX que ocorre um aumento da atenção académica dirigida ao processo de inovação enquanto motor da mudança económica e social (Fagerberg, 2005), ao ponto de hoje se poder considerar que os estudos sobre inovação podem significar a emergência de um novo campo científico (Fagerberg & Verspagen, 2009; Fagerberg, Landström, & Martin, 2012; Malecki 2021).

Ao longo desta segunda parte explora-se a literatura sobre a inovação económica. Num primeiro momento pretende-se estabelecer o conceito de inovação económica e as suas diferentes taxonomias. Num segundo momento, exploram-se as propriedades da inovação enquanto processo dinâmico, cumulativo e variável que ajudam a compreender o carácter sistémico do processo de inovação. Por último, debate-se a evolução da perspectiva sistémica da inovação a partir dos diferentes modelos interpretativos que foram emergindo na literatura sobre inovação económica. Pretende-se essencialmente obter uma compreensão mais detalhada das múltiplas vias que se podem percorrer durante o processo de inovação e as características específicas de cada uma dessas vias. Nomeadamente, pretende-se obter uma compreensão dinâmica do sistema quanto aos constituintes, às relações entre os diferentes constituintes e ao conhecimento veiculado e produzido nessas relações que possibilitam a emergência das diferentes formas de inovação.

2.2. Inovação económica: definições e taxonomias

Não existe uma definição universal para inovação económica. São várias as propostas que procuram contribuir para definir a inovação económica. Mais do que contraditórias elas complementam-se e a tentativa de definição do conceito de inovação surge associada à classificação de diferentes tipos de inovação.

Numa perspectiva económica, de forma genérica, “(...) innovation, by definition, involves the creation and marketing of the new (...)” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 275). Isto é, esta conceção de inovação apoia-se na ideia de indissociabilidade entre criação e comercialização. Permite estabelecer, desde logo, uma primeira distinção, isto é, inovação não é sinónimo de invenção: “invention is the first occurrence of an idea for a new product or process, while innovation is the first attempt to carry it out into practice” (Fagerberg, 2005, p. 4). Esta mesma racionalidade pode ser aplicada ao conhecimento. Conhecimento e inovação económica, embora estejam intimamente relacionados, não são sinónimos.

“(…) Innovation is, by definition, novelty. It is the creation of something qualitatively new, via processes of learning and knowledge building. It involves changing competences and capabilities and producing qualitatively new performances outcomes.” (Smith, 2005, p. 148).

Nesta interpretação, a inovação é concebida como um processo baseado na aprendizagem, ao longo do qual se cria conhecimento novo ou renovado que possibilita introduzir no mercado o resultado desse processo. Nesta lógica, pode-se afirmar que a inovação é o produto de um processo de aprendizagem que se sustenta e cria

conhecimento com valor comercial. Isto é, a inovação económica é a concretização de diferentes tipos de conhecimento em algo (material ou imaterial) novo ou renovado, com valor económico. Para tal apoia-se na criação, evolução e/ou reconfiguração de um conjunto de capacidades e competências, resultantes da criação, evolução e/ou reconfiguração do conhecimento. No fundo, o que distingue a inovação do conhecimento ou da invenção é a implementação e a comercialização desse mesmo conhecimento. Segundo (Fagerberg, 2005), esta é a razão pela qual as empresas são as organizações²⁹ privilegiadas para a origem da inovação, embora estas não mantenham o exclusivo da capacidade inovadora, pois pode surgir associada a outras esferas de atores (universidade, instituições de investigação, hospitais, etc.). O conceito de inovação enquanto materialização da inovação desde a ideia inicial até ao mercado final converte-se num processo económico-social, pela necessidade de envolver um leque abrangente de conhecimentos e de agentes, inclusivamente os consumidores finais (Lundvall, 1992; Fagerberg, 2005; Von Hippel, 2005; Méndez, 2007; Caraça, Lundvall, & Mendonça, 2009; Malecki 2021). Nesta mesma linha de argumentação, o inventor não deve ser confundido com o inovador. O primeiro corresponde à pessoa ou organização que teve a ideia, mas o segundo corresponde à conceção *Schumpeteriana* de empreendedor (Schumpeter, 1934 [2012] e 1939), ou seja, a pessoa ou organização capaz de combinar os diferentes fatores (conhecimentos diversos, competência, capital humano e financeiro, etc.) necessários à materialização da ideia (Fagerberg, 2005).

Na interpretação *Schumpeteriana*, a inovação pode ser definida atendendo ao tipo de inovação que pode originar (resultado) ou ao seu impacto. Quanto ao tipo de inovação que pode originar, na interpretação inicial de (Schumpeter, 1939, p. 84) “we will simply define innovation as the setting up of a new production function. This covers the case of a new commodity, as well as those of a new form of organization such as a merger, of the opening up of new markets, and so on.” Esta interpretação *schumpeteriana* identifica cinco tipos de inovação: a introdução de novos produtos, de novos métodos de produção, de novas fontes de fornecimento de materiais ou outros *inputs*, a abertura de novos mercados e novas formas de estruturação económica de uma indústria (Schumpeter, 1934

²⁹ Edquist (2005, p. 182) define as organizações como “formal structures that are consciously created and have an explicit purpose”, considerando-as como atores do sistema de inovação. É este conceito de organização que se assume neste trabalho.

[2012]). Quanto ao seu impacto, Schumpeter (1934 [2012]) identifica dois grandes tipos: um corresponde à interpretação da inovação como processo de mudança que leva a avanços contínuos; o outro corresponde à inovação diretamente relacionado com a ideia de destruição criativa em que a inovação gera grandes mudanças disruptivas.

A partir do trabalho inicial de Schumpeter, vários autores e organizações aprofundam o debate em torno do conceito e da classificação da inovação.

Dosi (1988) distingue três tipos de inovação: produto, processos ou configuração organizacional.

Segundo Kline e Rosenberg (1986, p. 275), a inovação comercial³⁰ pode representar um novo produto, um novo processo de produção, a substituição de um material por outro para aplicar num produto existente, a reorganização da produção para aumentar a eficiência, ou a melhoria nos instrumentos e métodos de fazer inovação. Desta forma, procuram acentuar a multidimensionalidade da inovação económica e romper com as teses que valorizam apenas as inovações com grande visibilidade, considerando igualmente como inovação as pequenas mudanças dirigidas a fins específicos em termos de produto, processo ou comercialização, mas com visibilidade reduzida ou nula.

Segundo a OCDE e o EUROSTAT (2005, p. 46) “an innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organisation or external relations.” Nesta interpretação a inovação abarca o produto, o processo, a configuração organizacional e a comercialização. A proposta da OCDE orienta-se também para o alcance da inovação. No Manual de Oslo (OCDE & EUROSTAT, 2005), o conceito de inovação proposto caracteriza-se por uma certa contingência. Esta pode ser nova para a empresa, nova para o mercado ou nova para o mundo.

Em síntese, a inovação pode ser agrupada fundamentalmente em três tipos de classificações: quanto ao resultado da inovação, quanto ao impacto da inovação e quanto ao alcance da inovação (Quadro 14).

³⁰ Kline e Rosenberg (1986) usam a expressão ‘inovação comercial’ para a distinguirem das inovações com fins militares e que, segundo os autores, exibem características diferentes, embora estas possam ser, posteriormente, determinantes ou estar na origem do desenvolvimento de inovações que se dirigem à esfera económica.

Quadro 14: Classificação da inovação

Resultado da inovação	
Inovação do produto	Corresponde à introdução de produtos ou serviços novos ou com melhorias das suas características ou aplicações, aumentando a variedade de produtos e serviços introduzidos e vendidos no mercado. Para tal, recorre a novo conhecimento ou atribui novos usos ao conhecimento existente. Abarca desde novos produtos ou serviços até simples desenvolvimentos do produto ou serviço.
Inovação do processo	Corresponde à criação de novos ou melhorados métodos de produção e distribuição de bens e serviços, com reflexos na diminuição dos custos de produção/distribuição, no aumento da eficácia, da eficiência e da qualidade da produção e distribuição de produtos ou serviços.
Inovação organizacional	Corresponde à implementação de novos métodos organizacionais nas práticas de negócio da empresa. Para tal dirige-se a implementação de mudanças no modelo de negócio, na organização do trabalho ou nas redes de relações externas da empresa, visando melhorar a prestação da empresa (ex. redução de custos organizativos, de transação e de fornecimento, ou no acesso a bens não transacionáveis como o <i>spillover</i> do conhecimento).
Inovação de Marketing	Corresponde à implementação de novas metodologias de <i>marketing</i> . Para tal promove mudanças significativas no <i>design</i> do produto ou serviço, na sua promoção, no seu posicionamento face aos concorrentes, nos canais de divulgação e comercialização, na estratégia de preços ou até na personalização dos bens/serviço, com o objetivo de aumentar as vendas do produto ou serviço. É uma inovação <i>a la van Hippel</i> , muito dirigida a captar as necessidades dos consumidores, podendo ser implementada para os novos produtos e serviços ou para os produtos e serviços já existentes.
Impacto da inovação	
Inovação Radical	Corresponde à criação de produtos completamente novos, baseados em novas competências, substituindo ideias, técnicas e até empresas obsoletas pré-existentes. São inovações pouco frequentes, normalmente apoiadas em processos deliberados de I&D, provocando ruturas e descontinuidades estruturais. Pode combinar inovações do processo, do produto, organizacionais e de <i>Marketing</i> e exibem um grande potencial de criação de novos mercados. São inovações que podem provocar revoluções tecnológicas, isto é, mudanças dos sistemas tecnológicos, levando a mudanças de grande alcance que afetam várias áreas da economia ou até originar novos setores de atividade. Podem mesmo provocar mudanças no paradigma tecno-económico ao gerar mudanças profundas nos sistemas tecnológicos com impacto no comportamento global da economia e desenvolvem ciclos longos ou grandes vagas <i>Schumpeterianas</i> .
Inovação Incremental	Corresponde a pequenas melhorias nos produtos, nos processos e nos serviços já existentes. É um tipo de inovação que ocorre de forma contínua em qualquer atividade económica, embora exiba diferenças em função da indústria ou do território, por causa de fatores socioculturais, de oportunidades ou de trajetórias tecnológicas. São normalmente o resultado de melhorias introduzidas por via dos processos de <i>learning by doing</i> no processo de produção (originando inovação do processos e organizacional) e do <i>learning by using</i> resultante de propostas dos utilizadores (originando inovação do produto e de <i>marketing</i>).
Alcance da inovação	
Nova para a empresa	Corresponde a uma novidade para a uma determinada empresa. Caso se verifique que um produto, processo, método organizacional ou estratégia de <i>marketing</i> é introduzido pela primeira vez numa determinada empresa, mesmo que já tenha sido introduzido por outras empresas, esta situação corresponde ao nível mais básico da inovação, restringindo-se o seu alcance a uma organização em concreto. Assim, admitir-se que a imitação é uma via para a inovação, sendo que nunca se trata de imitação pura, dada a necessária adequação às especificidades do contexto da organização. Tal como o conhecimento exibe a característica de especificidade – o novo conhecimento (<i>exploration</i>) para uma empresa pode já fazer parte da rotina de outra empresa (<i>exploitation</i>) – também se mantém esta característica da especificidade relativamente ao conceito de inovação. Sublinha ainda o caráter contingente e específico do conceito de inovação.
Nova para o mercado	Corresponde a um alcance setorial ou de linha de produtos da inovação. Refere-se à primeira empresa que introduz aquela inovação num determinado mercado. Admite que o que é inovação para um determinado mercado, já pode existir aplicado a outros mercados. Ao definir-se o mercado como a empresa e os seus competidores, como uma determinada linha de produtos ou como uma região geográfica, variável segundo as escalas em que opera a empresa (local, nacional ou internacional), significa que a definição de inovação é contingente e específica em função destes mesmos atributos.
Nova para o mundo	Corresponde à introdução de uma inovação que seja novidade para todos os mercados e indústrias a nível mundial. No fundo corresponde à ideia de uma inovação absolutamente inédita, o que é uma ocorrência rara. Aproxima-se da ideia de inovação radical que pode conduzir a uma revolução tecnológica com uma certa probabilidade de se constituir como uma inovação que pode levar a um novo paradigma tecno-económico, dependendo da profundidade das mudanças introduzidas e da sua difusão e adoção por outras empresas.

Fonte: elaborado a partir dos trabalhos de von Hippel (1976), von Hippel (2005), Kline e Rosenberg (1986), Freeman e Perez (1988), Dosi (1988), Edquist (2004), OCDE e EUROSTAT (2005) e Lundvall (2010a).

2.3. A inovação enquanto processo temporalmente dinâmico

A inovação é um processo dinâmico (Kline & Rosenberg, 1986; Freeman, 1988); cumulativo (Nooteboom, 2000; Gilsing & Nooteboom, 2006; Lundvall, 2010a), ainda que, por vezes, possa assumir formas disruptivas à imagem da destruição criativa *schumpeteriana* (Andersen, 2011; Wolfe, 2011); incerto (Kline & Rosenberg, 1986; Dosi & Orsenigo, 1988; OCDE & EUROSTAT, 2005; Hall & Rosenberg, 2010); contingente e variável (Dosi & Orsenigo, 1988; Asheim & Coenen, 2005; Moodysson, Coenen, & Asheim, 2008). De forma sintética, estas propriedades justificam a adoção duma visão sistémica do processo de inovação (Freeman, 1988; Nelson, 1988 e 1993; Lundvall, 1988 e 2010b).

Uma das principais características do processo de inovação é o seu carácter dinâmico:

“knowledge, inventions, and innovations created today build on those created in the past, and the benefits of an innovation are often not felt until it undergoes a dynamic, cumulative learning and diffusion process” (Hall & Rosenberg, 2010, p. 5).

As primeiras teorizações sobre a dinâmica do processo de inovação partem, por um lado, da constatação da existência de ciclos de negócios (Schumpeter, 1939), atendendo às grandes vagas ou ciclos longos a que o próprio Schumpeter apelida de ciclos de Kondratieff³¹. Por outro lado, parte da constatação de que a economia, as indústrias, algumas empresas dentro de uma indústria e indivíduos ou grupos de indivíduos – a que (Schumpeter, 1947) denomina empreendedores³² – podem gerar uma resposta criativa (Schumpeter, 1939, p. 150) enquanto “something that is outside of the range of existing practice”, ou seja, inovação, que configura todo o trajeto de acontecimentos subsequentes, os resultados a longo prazo e até as mudanças económicas e sociais do subsequente processo histórico. Esta racionalidade *schumpeteriana* acaba por estimular as abordagens em torno dos paradigmas tecnológicos e dos paradigmas tecno-económicos, assim como as abordagens em torno dos ciclos de vida das indústrias, das inovações e dos *clusters* (Audretsch & Feldman, 1996a; Menzel & Fornahl, 2009) e dos ciclos adaptativos dos *clusters* (Martin & Sunley, 2011).

³¹ Kondratieff (1892-1938) apresenta um novo tipo de flutuações cíclicas de longo prazo (com uma duração sensivelmente de 50 anos) que identifica como grandes vagas das dinâmicas económicas. Sugere-se, a título de exemplo, a leitura da síntese de Yakovets (2006) para uma visão global do trabalho de Kondratieff.

³² “The entrepreneur and his function are not difficult to conceptualize: the defining characteristic is simply the doing of new things or the doing of things that are already being done in a new way (innovation)” (Schumpeter, 1939, p. 151). Schumpeter sublinha ainda que o empreendedor não deve ser confundido com o inventor, sendo que o inventor nem sempre é o empreendedor: “The inventor produces ideas, the entrepreneur ‘gets things done’” (Schumpeter, 1947, p. 152).

A inovação tem uma dinâmica associada ao tempo histórico envolvendo mudanças paradigmáticas, tecnológicas, institucionais, ideológicas e de governança (Freeman, 1988; Mokyr, 2010). Alinhado com a perspectiva *schumpeteriana*, Freeman (1988) e Freeman & Perez (1988) constatarem que ao longo do tempo se vão estabelecendo paradigmas tecno-econômicos³³.

Segundo o prisma dos paradigmas tecno-econômicos as mudanças são estruturais pelo que todo o sistema – as características dos produtos, a sua prestação, o ambiente de seleção, os comportamentos, a sua exploração econômica, as estruturas econômicas em geral e a estrutura socioinstitucional, isto é, os mecanismos e as instituições que coordenam a economia e a sociedade – estão envolvidos numa combinação interrelacionada que acaba por abarcar a totalidade da economia de forma persistente e por rasgar uma trajetória tecnológica com impacto na totalidade do sistema produtivo e nos sistemas econômico, social e institucional (Freeman, 1988). Nas fases iniciais de um novo paradigma tecno-econômico espera-se uma explosão de diferentes tipos de processos de inovação (do produto, do processo organizacional de *marketing*) que proporcionam um aumento do potencial de produtividade da globalidade da economia, resultantes do abandono do velho paradigma. Uma vez vingado o novo paradigma tecno-econômico, este provoca a reestruturação de todo o sistema produtivo, envolvendo novas práticas de organização ao nível da empresa; novas competências da força de trabalho; uma nova gama de produtos; novas tendências de inovação incremental e radical que podem originar novos setores de produção; novas lógicas nacionais e internacionais de localização do investimento; novas ondas de investimentos estruturais; novos tipos de empreendedorismo inovador e novas empresas; a tendência para as grandes empresas se recentrarem nas novas tendências de crescimento; novos padrões de consumo de bens e serviços e novos comportamentos dos consumidores (Freeman & Perez, 1988). Numa clara analogia aos paradigmas científicos (Kuhn, 1962 [1970]), segundo Dosi e Orsenigo (1988), os paradigmas tecnológicos – conjunto de práticas específicas sob a forma de processos e inputs, um corpo específico de formas de compreensão entre os profissionais de um determinado campo e formas próprias de conceção dos outputs desejados (Dosi & Nelson, 2010) – desenvolvem trajetórias tecnológicas dinâmicas, mais ou menos longas, caracterizadas pela irreversibilidade dos avanços tecnológicos e constituídas por complexas interdependências e por incertezas, traçando trajetórias evolutivas. Firma-se assim a ideia de que os trajetos evolutivos sustentam-se na cumulatividade do conhecimento, logo são dependentes do trajeto, dado que as mudanças nos trajetos evolutivos se devem a mudanças nos paradigmas tecnológicos (Dosi & Orsenigo, 1988; Dosi & Nelson, 2010). Nesta interpretação, a dinâmica entre a mudança e a estabilidade aciona os mecanismos evolutivos do sistema, composto pela aprendizagem, pelos mecanismos de seleção e pela estrutura institucional. A inovação e a diversidade garantem o dinamismo do sistema, ao passo que a imitação e a seleção dos mercados previnem o sistema de cair na dependência de fatores estáticos. A combinação destes fatores origina diferentes regimes evolucionistas (Dosi & Orsenigo, 1988). Já a mudança tecnológica está associada às mudanças nas condições de mercado, mas também no estado da arte da tecnologia vigente, na natureza da tecnologia, na capacidade de realizar avanços tecnológicos nas empresas e nas organizações, atendendo ao nível tecnológico previamente adquirido (Dosi, 1988).

O grau de maturidade do ciclo de vida, associado às especificidades das características do setor, influencia o padrão da organização industrial (tamanho, distribuição, grau de concentração, importância dos operadores existentes e dos novos operadores, ...) (Dosi & Nelson, 2010). Uma vez estabelecido o paradigma tecno-econômico ou o paradigma tecnológico os processos de inovação, e retomando a racionalidade de Schumpeter (1939),

³³ “A ‘techno-economic paradigm’ is a cluster of interrelated technical, organizational and managerial innovations, whose advantages are to be found not only in a new range of products and systems, but most of all in the dynamics of the relative cost structure of all possible inputs to production. In each new paradigm a particular input or set of inputs may be described as the ‘key factor’ in that paradigm characterized by falling relative costs and universal availability.” (Freeman, 1988a, p. 10) “By ‘paradigm’ change we mean precisely a radical transformation of the prevailing engineering and managerial common sense for best productivity and most profitable practice, which is applicable in almost any industry” (Freeman & Perez, 1988, p. 48).

assumem um caráter do tipo resposta adaptativa. Estas ideias sustentam a existência de uma lógica de ciclo de vida das indústrias ou das tecnologias (Klepper, 1997; Peltoniemi, 2011).

As próprias organizações, particularmente as empresariais, percorrem um ciclo de vida, sendo que à medida que o tempo passa, as empresas dedicam maiores esforços às inovações do processo (Klepper, 1996). Na interpretação de Nooteboom (2000) as organizações empresariais, à medida que progredem no seu ciclo de vida, tendem a recorrer mais a formas de *exploitation* e menos a formas de *exploration* do conhecimento, isto é, tendem a consolidar o seu processo de inovação em torno das trajetórias inovadoras já estabelecidas na organização. Ainda assim, à medida que decorre o ciclo de vida das inovações ao nível organizacional, estas, para se manterem competitivas ou mesmo para sobreviverem, devem encetar novos esforços de desenvolvimento de formas de *exploration* do conhecimento, ainda que dirigidos apenas a fomentar inovações incrementais nos produtos ou serviços ou a fomentar a entrada em novos mercados.

Em termos territoriais, os ciclos de vida das indústrias ou das tecnologias têm implicações nos processos de distribuição territorial dessas atividades, gerando maior propensão para a clusterização das empresas durante as fases iniciais do ciclo de vida das indústrias ou das tecnologias, por causa da forte dimensão tácita do conhecimento envolvido no processo de inovação durante a fase inicial de desenvolvimento da indústria ou da tecnologia (Audretsch & Feldman, 1996a). A ideia de que existem ciclos de vida das inovações – emergência, crescimento, declínio, extinção ou renovação – procura captar precisamente a dinâmica temporal dos processos de inovação (Nooteboom, 2000), com implicações quanto à incerteza e à variabilidade das dinâmicas territoriais (Tichy, 2011). Da mesma forma que os produtos e os serviços têm um ciclo de vida, também se pode considerar que os processos de inovação associados a esses produtos ou serviços variam ao longo do ciclo de vida (Vernon, 1966; Klepper, 1996; Gallouj & Savona, 2009).

Enquanto processo temporalmente dinâmico e evolutivo, ao longo do ciclo de vida as inovações vão sofrendo subseqüentes alterações. Desde os estádios iniciais há um processo de aprendizagem cumulativa que possibilita desenvolver as inovações, aumentar as oportunidades e a sua relevância económica (Kline & Rosenberg, 1986). Nos estádios iniciais, as inovações podem ainda não estar suficientemente exploradas e desenvolvidas, daí proporcionem a oportunidade de gerarem um subseqüente processo de “innovation after innovation” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 284), por um processo de “learning associated with cumulative production” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 284), que pode aumentar a sua relevância económica. Isto é, nos estádios iniciais a atividade inovadora é muito mais intensa e centra-se no produto. À medida que o produto evolui no tempo, este torna-se mais standardizado e a atividade de inovação reorienta-se sobretudo para o processo ou para o *marketing* (Fagerberg, 2005). Além do mais, uma nova tecnologia não substitui necessariamente a velha, podendo coexistir ambas, frutos da resiliência ou do desenvolvimento de novos impulsos de inovação (Kline & Rosenberg, 1986).

Esta ideia do ciclo de vida acaba por expandir-se à análise territorial, com especial influência nas análises evolucionistas da geografia económica. Emergem trabalhos que exploram o ciclo de vida dos *clusters* (Menzel & Fornahl, 2009; Boschma & Fornahl, 2011; Isaksen, 2011; Harris, 2021) ou dos distritos industriais (Belussi & Sedita, 2009; Lazzeretti, *et al.*, 2019), ou ainda, numa abordagem mais intrincada, os trabalhos que exploram os *clusters* enquanto sistemas complexos a partir do modelo de ciclo adaptativo (Martin & Sunley, 2007; Martin & Sunley, 2011). Estas abordagens sustentam a ideia de que a inovação é um processo complexo, dependente do trajeto, com influência na prestação inovadora das organizações e dos territórios (enquanto ecossistema de inovação) (Martin & Sunley, 2006; Martin, 2011; Hassink, Isaksen & Trippel, 2019). No território, particularmente à escala regional/local, a ideia de dependência do trajeto, enquanto dependência do processo cumulativo de produção de conhecimento ao longo do tempo histórico, assenta numa racionalidade semelhante à do ciclo de vida, o que significa que há duas fases iniciais – a de formação e a de criação da dependência do trajeto – às quais se sucedem a fase de dependência do trajeto propriamente dita (com forte *lock-in*) e a fase de maturação/declínio ou adaptação/mutação dessa dependência do trajeto (Martin & Sunley, 2006; Martin & Simmie, 2008; Martin & Sunley, 2010). Ainda assim, a ideia de dependência do trajeto não é útil apenas para explicar os processos de *lock-in*, numa lógica de continuidade das organizações e das instituições, mas também permite a compreensão dos processos de mudança, de adaptação e renovação do ciclo de vida dos *clusters* (Martin R. , 2010; Gong & Hassink, 2019).

2.4. A inovação enquanto processo cumulativo

A grande maioria das inovações exibe um carácter gradual e cumulativo (Lundvall, 2010a). A mudança tecnológica é uma atividade cumulativa, estando o seu processo inovador e trajetória futura relacionada com o percurso e a natureza tecnológica prévias, isto é, dependente do trajeto (Dosi & Orsenigo, 1988; Dosi, 1988).

Em momentos de equilíbrio³⁴ dos paradigmas tecnológicos e das instituições, estabelecem-se trajetos evolutivos estáveis e uma dependência do trajeto no processo de inovação (Dosi & Orsenigo, 1988). Desta forma, os paradigmas tecnológicos revelam um caráter cumulativo do conhecimento ao longo do seu trajeto (Dosi & Nelson, 2010).

Recorrendo à racionalidade *Kuhniana*, um paradigma tecnológico gera evolução tecnológica por via do progresso técnico normal ao longo dessa trajetória (Dosi & Nelson, 2010). É a evolução do processo de inovação a partir de respostas adaptativas (Schumpeter, 1947). Este caráter cumulativo associado à dependência do trajeto permite encarar a inovação como um novo uso das possibilidades e dos componentes pré-existentes, pela recombinação do conhecimento pré-existente (Lundvall, 2010a). Ou seja, é sobretudo nas inovações com caráter incremental que se manifesta a natureza cumulativa do processo de inovação (Dosi & Nelson, 2010). Lundvall (2010a) sustenta ainda a natureza cumulativa da inovação na importância que a aprendizagem interativa e o empreendedorismo coletivo desempenham. Reconhecendo o papel da I&D, através dos contributos da ciência para o processo de inovação, sublinha a ideia de que a aprendizagem ocorre relacionada com as atividades rotineiras de produção, distribuição e consumo, constituindo um importante *input* para o processo de inovação. Esta experiência construída nas rotinas do dia-a-dia envolve uma aprendizagem em torno das operações de produção por via do *learning-by-doing* (Arrow, 1962), em torno da eficiência do sistema por via do *learning-by-using* (Rosenberg, 1982) e em torno da interação entre utilizadores e produtores por via do *learning-by-interacting* (Lundvall, 1988). Esta constatação do papel central da aprendizagem, e da sua natureza cumulativa leva Lundvall (2010a) a apontar o processo de aprendizagem como o principal responsável pela inovação estar dependente do trajeto prévio da estrutura económica.

A rutura num trajeto evolutivo deve-se a mudanças nos paradigmas tecnológicos, nas formas de organização, nas condições de mercado, etc., antecipados por comportamentos desviantes que podem tornar-se dominantes (Dosi & Orsenigo, 1988). As atividades de procura e exploração, nomeadamente quando a

³⁴ A noção de equilíbrio integra um duplo sentido: comportamental ou subjetivo e evolutivo. "This subjective definition of an evolutionary equilibrium corresponds to a set of 'structurally' stable strategies, i. e. the strategies that heterogeneous agents continue to pursue in non stationary environments which, in turn, fulfill the objectives of these strategies" (Dosi & Orsenigo, 1988, p. 21). O evolutivo remete para os mecanismos de seleção do sistema: "a series of 'evolutionary equilibria' is that path of evolution of the system whereby (a) technical progress proceeds along any one technological trajectory (...) (b) the distribution of firms according to their organizational characteristics and technical asymmetries (that is, their technological lags and leads) is stable; and (c) the distributions of the performance variables (prices, profit rates, productivities, etc.) of the firms in an industry is also stable. (Dosi & Orsenigo, 1988, p. 22 e 23).

tecnologia é baseada na ciência, podem conduzir a ruturas com o trajeto de acumulação de conhecimento criando as bases para o nascimento de novos paradigmas tecnológicos (Lundvall, 2010a). Essa rutura com o conhecimento acumulado pode ocorrer por via de inovações radicais (a ideia *schumpeteriana* de destruição criativa), tornando obsoleto o conhecimento e a estrutura de produção até aí acumulada. Tal provoca uma mudança paradigmática e leva a uma mudança na trajetória tecnológica e a alterações no processo cumulativo de conhecimento (Lundvall, 2010a). É a evolução do processo de inovação a partir de respostas criativas (Schumpeter, 1947). Ainda assim, recorrendo novamente à racionalidade de Kuhn (1962 [1970]), a revolução paradigmática parte da crítica ao anterior paradigma, pelo que, mesmo tendo um caráter disruptivo, detém sempre uma natureza cumulativa manifestada pela criação de trajetórias alternativas face ao paradigma prévio. Aliás, como referem Dosi e Nelson (2010) existem casos em que o avanço normal no conhecimento base já estabelecido entrelaça-se com novas fontes do conhecimento, o que reforça ainda mais a ideia de cumulatividade do processo de inovação.

Esta natureza cumulativa do processo de inovação justifica o estabelecimento de trajetórias evolutivas. A cumulatividade é a forma de transmissão intergeracional do conhecimento. As pessoas e as organizações aprendem por processos cumulativos, a partir das suas capacidades, para desenvolverem estruturas cognitivas (Dosi & Orsenigo, 1988). No entanto, por um lado, esta cumulatividade depende da eficácia das instituições, nomeadamente daquelas que são responsáveis pelos processos de aprendizagem e transmissão intergeracional do conhecimento. As instituições são caracterizadas por uma certa estabilidade ao longo do tempo pelo que desempenham um importante papel face à incerteza própria do processo de inovação. Conjuntamente com as rotinas, as instituições proporcionam a estabilidade mínima necessária para o desenvolvimento dos esforços de inovação (Lundvall, 2010a). Por outro lado, depende da natureza do conhecimento envolvido e do seu grau de codificabilidade, pelo que os mecanismos de aprendizagem, transmissão e cumulatividade do conhecimento são variáveis (Mokyr, 2010) em função do conhecimento base, tal como se discutiu no primeiro capítulo. Diferentes combinações de modos de aprendizagem, processos de seleção e instituições geram diferentes ambientes que diferem em termos de prestação e de trajetória evolutiva. Cada grupo com combinações semelhantes origina diferentes regimes evolucionistas, que variam de acordo com a tecnologia, a indústria, o país, ou o período histórico (Dosi & Orsenigo, 1988).

Por causa dos paradigmas tecnológicos, as atividades de inovação são fortemente seletivas e cumulativas, o que contraria a ideia de que a tecnologia é essencialmente informação que é aplicada de forma genérica, fácil de reproduzir, e que as empresas podem facilmente produzir inovação a partir do acesso a reservatórios de conhecimento. Assim, as mudanças tecnológicas e organizacionais das empresas são também um processo cumulativo estando o seu processo inovador e trajetória futura relacionado com o percurso e natureza tecnológica prévias, que nas empresas está associado às rotinas (Boschma & Lambooy, 1999; Boschma & Frenken, 2006). Daqui decorre que a capacidade

de absorção do conhecimento seja variável de organização para organização e se constitua como um elemento central para o processo de inovação de cada organização (Cohen & Levinthal, 1990; Nootboom, 2000), conforme se referiu no primeiro capítulo.

2.5. A inovação enquanto processo incerto

A inovação é um processo intrinsecamente incerto (Kline & Rosenberg, 1986; Pavitt, 2005; Mokyr, 2010; Chaminade & Lundvall, 2019) daí que a grande maioria das tentativas de inovação tenham falhado (Rosenberg, 1998).

A incerteza do processo de inovação é explícita no trabalho de Schumpeter (1947), ao considerar que a resposta criativa nunca pode ser compreendida *ex ante*, dado não ser previsível apenas com base nos factos pré-existentes, e que apenas pode ser corretamente compreendida *ex post*. Isto é, os resultados de um processo de inovação não podem ser antecipadamente conhecidos (Dosi, 1988), porque não é possível prever o seu custo, a sua prestação ou a reação dos utilizadores (Pavitt, 2005; Kline & Rosenberg, 2009).

Quando se estabelece um certo trajeto tecnológico e a respetiva dependência do trajeto daí resultante, há uma significativa redução da incerteza no processo de inovação, mas não é totalmente eliminada (Dosi & Nelson, 2010). A incerteza resulta da incapacidade para antecipar os impactos futuros das inovações com sucesso, mesmo quando os problemas técnicos já estão ultrapassados.

Rosenberg (1998) identifica cinco grandes dimensões de incerteza na inovação: a) incerteza das propriedades e características, o que nos remete para a valorização e a utilidade da inovação; b) incerteza da complementaridade, relacionada como o aumento do impacto por via da procura para aplicação em inovações complementares e por via das melhorias resultantes dessas aplicações complementares; c) a incerteza de conceptualização, particularmente nas grandes inovações tecnológicas, resultantes da dificuldade de conceptualização da totalidade do novo sistema o que gera resistência à mudança da velha para a nova tecnologia; d) incerteza do acaso, apesar das inovações se centrarem normalmente na resolução de problemas específicos e concretos, o sucesso dessa inovação depende, em grande medida da sua aplicação a outros contextos imprevisível via fluxos intersectoriais; e) incerteza económica e social, resultante da conjugação da exequibilidade e desempenho técnico, da identificação de categorias específicas de necessidades humanas, das novas respostas a essas necessidades, dos custos financeiros associados e da mudança social.

Alinhados com esta abordagem, Jalonen e Lehtonen (2011) apontam oito fatores que geram incerteza nos processos de inovação: incerteza tecnológica, incerteza do mercado, incerteza regulatória, incerteza política e social, incerteza na aceitação e legitimidade, incerteza de gestão, incerteza no *timing*, e incerteza nas consequências.

Quanto ao perfil da inovação, o grau de incerteza é maior quanto mais radical e nova para o mundo é a inovação, pois maior é o grau de incerteza da prestação e da resposta do

mercado. Pode-se considerar que o grau de incerteza distribui-se, de forma decrescente, ao longo de um espectro que se vai das mudanças mais radicalmente revolucionárias às mais simples mudanças incrementais (Kline & Rosenberg, 1986).

Os paradigmas tecno-económicos, à medida que desenvolvem o seu trajeto evolutivo, veem reduzida a capacidade de introdução de inovações radicais, crescendo o número de inovações incrementais (do processo e do produto) ou alargando-se a sua aplicação a outros setores de atividades relacionados (novo para o mercado). Desta forma, os riscos também são menores, dada a maior consolidação tecnológica, o alargamento a novos setores de aplicação e a sua crescente aceitação generalizada por parte do mercado consumidor (Dosi & Orsenigo, 1988; Rosenberg, 1998; Mokyr, 2010). No entanto, a incerteza não desaparece nos estádios mais avançados do ciclo de vida da indústria ou da tecnologia.

O grau de incerteza vai diminuindo com o ciclo de vida da indústria ou da tecnologia, reduzindo drasticamente após a primeira introdução comercial e continuando a reduzir à medida que emergem modelos estáveis e estes vão amadurecendo (Rosenberg, 1998). Em termos evolutivos, o grau de incerteza é também variável em função do ciclo de vida do produto ou serviço, sendo maior nos estádios iniciais do processo de inovação e vai diminuindo à medida que se avança para o ciclo de produção (Rosenberg, 1998). Nos estádios iniciais a incerteza é muito elevada, estando as preocupações centradas na melhoria das características técnicas e de desempenho face às necessidades dos consumidores (Kline & Rosenberg, 1986). Adotando a perspetiva do ciclo de descoberta (Nooteboom, 2000 e 2005; Gilsing & Nooteboom, 2005 e 2006) a incerteza é maior nas fases de *exploration* e menor nas fases de *exploitation* sendo que, por exemplo, no caso das biociências dirigidas à saúde humana, a fase de *examination* é aquela que diretamente visa reduzir, ou mesmo eliminar, o grau de incerteza quanto à funcionalidade e segurança da inovação (Cooke, 2005b). À medida que a inovação vai chegando ao mercado e se vai difundido, o *feedback* dos utilizadores permite reduzir a incerteza e até aproximar a inovação das necessidades dos consumidores, através de ajustes incrementais (Kline & Rosenberg, 1986).

Por outro lado, a incerteza também difere em função do setor de atividade. Atendendo à variabilidade setorial do processo de inovação, os setores com um perfil de inovação mais radical, (por exemplo a biotecnologia) exibem um maior grau de incerteza do que aqueles

que revelam um caráter mais incremental (por exemplo o setor multimédia) (Gilsing & Nooteboom, 2005).

As consequências da incerteza fazem-se sentir ao nível da hesitação dos agentes económicos, nomeadamente das empresas, assim como pode dificultar a obtenção de financiamento externo para os processos de inovação (OCDE & EUROSTAT, 2005). Esta característica da inovação reforça a necessidade da análise das instituições enquanto forma de moldar os comportamentos e de organizar as interações entre os diferentes agentes. As instituições, ao configurarem as visões, os comportamentos, as perceções das oportunidades e as interações, contribuem para explicar os comportamentos dos agentes, a apetência pela inovação e a propensão para a competição e para a colaboração, assim como para explicar a perceção do risco e as formas como o insucesso decorrente do risco da inovação é encarado (Dosi & Orsenigo, 1988). As instituições podem contribuir para reduzir a incerteza sobre o comportamento dos agentes envolvidos no processo de inovação, ao possibilitarem as condições para gerir os conflitos e a cooperação, ao proporcionarem incentivos aos processos de aprendizagem interativa e de inovação, e ao facilitarem a previsão da reação dos consumidores (Edquist & Johnson, 1997; Johnson, 2010).

2.6. A inovação enquanto processo variável

Os processos de inovação variam de caso para caso, assim como a sua natureza e rentabilidade variam em função do período histórico, do setor, do tipo de inovação, do conhecimento, e do país ou região. Ao nível das organizações, o tamanho das empresas, as suas estratégias e as suas aprendizagens prévias também contribuem para a variabilidade dos processos de inovação (Pavitt, 2005; Cohen, 2010; Dosi & Nelson, 2010), o que faz com que existam muitas caixas negras da inovação para explorar (Kline & Rosenberg, 1986). Isto é, o processo de inovação é contingente (Pavitt, 2005).

Em termos temporais, por um lado, os paradigmas tecnológicos criam trajetórias tecnológicas próprias e diferentes quanto à facilidade e possibilidade dos avanços tecnológicos, o que faz variar as oportunidades tecnológicas de acordo com a natureza de cada paradigma tecnológico (Dosi, 1988). Sempre que surge um novo paradigma, este reconfigura o padrão específico de oportunidades de inovação a partir da mudança no estado da arte da tecnologia. Assim, pode-se considerar que o processo de inovação é

variável em função do sistema tecnológico de inovação (Carlsson & Stankiewicz, 1991; Carlsson, 1997).

O afinamento tecnológico desenvolvido ao longo do trajeto dos regimes tecnológicos e das trajetórias e dependências do trajeto específicas conduz a particularidades setoriais nos avanços da estrutura tecnológica, quer em termos do grau de apropriabilidade do conhecimento, quer quanto aos níveis de oportunidade para os sucessivos avanços tecnológicos (Dosi & Orsenigo, 1988; Pavitt, 2005; Dosi & Nelson, 2010) ou ainda quanto aos atores envolvidos, às redes relacionais ou às instituições (Fagerberg, 2005; Malerba, 2005), condicionando o grau de intensidade com que as empresas se dedicam à inovação e a variabilidade dos processos de inovação (Cohen, 2010). Daqui decorrem diferenças setoriais nas formas organizacionais de estruturação da inovação e ainda a variabilidade de possibilidades de geração de interdependências não comerciais³⁵ que se podem estabelecer no processo de inovação, dentro e entre setores de atividade (Dosi, 1988). Esta variabilidade intersetorial manifesta-se nos padrões e modos de geração, apropriabilidade, difusão, procura, uso e retorno da inovação (Pavitt, 2005). As mudanças de indústria para indústria na natureza dos problemas de mercado, nos constrangimentos e na forma da inovação gerada (Kline & Rosenberg, 1986), assim como a especificidade dos trajetos tecnológicos próprios de cada indústria (Dosi & Orsenigo, 1988; Dosi & Nelson, 2010) sustentam a existência de diferentes sistemas setoriais de inovação, com padrões variáveis quanto às instituições, ao mercado, aos atores envolvidos e respetivas interações, ao conhecimento base e às tecnologias, às externalidades e às políticas (Malerba, 2002, 2004, 2005 e 2005a. Segundo Pavitt (1984) existe uma variabilidade setorial dos processos de inovação, sendo que uns são mais “Science and technology push” e outros mais “demand pull” (Pavitt, 1984, p. 365) assim como uns se orientam mais para a inovação do produto e outros mais para a inovação do processo, umas apoiam-se mais na inovação do *marketing* e outras na inovação organizacional, gerando variabilidade do processo e das estratégias de inovação. O Quadro 15 faz a síntese da proposta

³⁵ “Untrade interdependences” (Dosi, 1988, p. 226) entre setores, tecnologias e empresas correspondem a complementaridades tecnológicas, sinergias, e fluxos de estímulo e constrangimento que representam um conjunto de externalidades coletivas próprias de grupos de empresas e de indústrias inseridas num determinado país ou região ou que podem estar internalizadas dentro de determinadas empresas.

taxonómica de variabilidade setorial dos processos de inovação de Pavitt (1984, p. 353 a 365).

Quadro 15: Taxonomia de Pavitt (variabilidade setorial dos processos de inovação)

Setor / Empresas	Caraterização
Dominados pelos fornecedores	Correspondem aos setores tradicionais de produção (têxtil, serviços, ...) cujas principais oportunidades de inovação vêm dos fornecedores de maquinaria e de <i>inputs</i> intermédios por processos de <i>learning-by-using</i> e <i>learning-by-doing</i> , conduzindo maioritariamente a inovações do processo.
Intensivos em produção / Fornecedores especializados	Correspondem aos setores de produção de bens de equipamento (maquinaria industrial, equipamento e instrumentos) cuja inovação é essencialmente incremental, levando a uma melhoria contínua da prestação do produto para responder rapidamente às necessidades dos utilizadores, através de fontes internas de conhecimento especializado e da relação interativa com os utilizadores externos;
Intensivos em produção / Intensivos em escala	Correspondem aos setores integrados em larga escala (indústria metalúrgica, indústria automóvel, indústria de bens de consumo duradouros, ...) cujos processos de inovação resultam, em parte, das capacidades internas para conceber e integrar em grandes sistemas de montagem a produção do produto final, graças ao <i>know-how</i> (<i>learning-by-doing</i>) interno e recorrendo também a <i>inputs</i> resultantes da I&D interno e externo;
Baseados na ciência	Correspondem a setores de atividade intensivos em conhecimento científico (indústria química, indústria eletrónica, informática, farmacêutica...) cujas oportunidades de inovação do processo e do produto são elevadas e estão intimamente associadas à coevolução da investigação de base e aplicada desenvolvida internamente ou através de relações externas com o sistema científico.

Fonte: elaboração própria com base em Pavitt (1984).

Na mesma linha de exploração da variabilidade do processo de inovação, mas centrando a análise nos processos de aprendizagem interativa, (Jensen, *et al.*, 2007) consideram que os processos de inovação se estruturam em torno de dois grandes modos de aprendizagem (Quadro 16).

Quadro 16: Modos STI e DUI de inovação

Modo STI	<i>Science Technology and Innovation Mode</i> (STI) – corresponde a processos de inovação apoiados na ciência e tecnologia, mais orientada para indústrias com um perfil de inovação mais radical, baseadas em conhecimento analítico (Asheim & Coenen, 2005);
Modo DUI	<i>Doing, Using and Interacting Mode</i> (DUI) – corresponde a processos de inovação baseados na aprendizagem e na experiência (fazendo, usando e interagindo) mais orientado para indústrias com um perfil de inovação incremental, baseadas em conhecimento sintético ou simbólico.

Fonte: elaboração própria com base em Asheim e Coenen (2005); Jensen, *et al.* (2007).

Assim, os processos de aprendizagem interativa são variáveis em função do conhecimento base de que partem as inovações. Aliás, o conhecimento relevante é um dos elementos que varia de setor industrial para setor industrial (Kline & Rosenberg, 1986), o que nos remete para a ideia de variabilidade dos processos de inovação em função do conhecimento base (Asheim & Coenen, 2005; Asheim & Gertler, 2005) no qual se

enraízam, e varia de empresa para empresa (Kline & Rosenberg, 1986), o que nos remete para a variabilidade em função das formas de *exploration* e *exploitation* do conhecimento (Nooteboom, 2000), conforme foi debatido no primeiro capítulo.

A variabilidade também se verifica ao nível do território. A natureza tecnológica e o contexto económico e institucional de cada país influenciam os estímulos dos agentes (Dosi, 1988). O aproveitamento das oportunidades, o potencial de inovação e o potencial de crescimento de qualquer cidade ou região depende das pessoas que aí vivem, das suas interações sociais, da cultura e da história. Segundo (Allen, 1988), a diversidade de culturas, doutrinas e liberdades são importantes para a originalidade, a capacidade de correr riscos e a criatividade de uma população. A dinâmica temporal de uma população e da sua cultura constituem um ecossistema variável em função do território e da própria escala territorial de análise (Allen, 1988). O afunilamento tecnológico e as oportunidades, as experiências e as competências incorporadas nas pessoas e nas organizações, as capacidades que fluem de uma atividade económica para outra, tendem a criar condições de contexto específicas do país, da região ou até da empresa. As interdependências não comerciais e as condições de contexto são o resultado do contexto e das estratégias das instituições públicas e privadas. Assim, a análise do processo inovador, numa visão sistémica, surge intimamente relacionada com o ambiente evolutivo onde os agentes desenvolvem o seu processo de aprendizagem (Dosi, 1988). A busca pelas escalas de análise destas assimetrias territoriais está na origem dos conceitos de sistema nacional de inovação (Freeman, 1988b; Lundvall, 1988; Nelson, 1993) e de sistema regional de inovação (Cooke, 1992, 2001a e 2004a) a explorar mais detalhadamente no terceiro capítulo.

2.7. A origem da visão sistémica da inovação.

A inovação é um processo interativo envolvendo a combinação de conhecimento interno e externo às organizações, pelo que as colaborações internas e externas às organizações, isto é, as redes interorganizacionais, são essenciais para o sucesso do processo de inovação (Chaminade & Lundvall, 2019), logo, a inovação é um processo sistémico.

A origem da visão dos sistemas de inovação surge intimamente relacionada com os trabalhos seminais sobre os sistemas nacionais de inovação (Freeman, 1988; Lundvall,

1985, 1988 e 1992; Nelson, 1988 e 1993). No entanto, nem só as correntes que se inspiram nos sistemas nacionais de inovação desenvolvem uma abordagem sistêmica. Por exemplo, Carlsson, *et al.*, (2002) reconhecem no trabalho de Porter (1990), nomeadamente no seu modelo de diamante, uma abordagem sistêmica, ainda que estática, ao considerar as atividades económicas como parte de um *cluster* de atividades e agentes interrelacionados entre si. Apontam ainda os sistemas industriais locais estudados por Saxenian (1990) como uma abordagem sistêmica não formal, apesar de dinâmica, centrada na escala geográfica local, onde as diferenças culturais e de ambiente de competição, conjuntamente com a concentração geográfica, podem favorecer a colaboração e a aprendizagem coletiva. Por outro lado, Kline e Rosenberg, (1986) já haviam apontado os processos de inovação como sistemas complexos para satisfazerem os critérios técnicos e de mercado, envolvendo a conceção, a produção, os mercados, e as diferentes organizações que desenvolvem as atividades. Além disso, as repercussões resultantes da inovação podem ocorrer longe das empresas que as originaram, com impactos em toda a cadeia de valor vertical e horizontal, ou podem até ultrapassar as fronteiras de uma determinada indústria, influenciando um conjunto de sectores industriais, reconfigurar as fronteiras desses sectores ou conduzir à emergência de novos sectores. Isto é, os efeitos do processo de inovação são sistémicos.

A mudança que marca definitivamente a visão sistêmica contemporânea é a inclusão das instituições³⁶ no processo de inovação. Atualmente, e recorrendo à definição de Soete, Verspagen e Ter Weel (2010, p. 1163) “system of innovation is a continuous process where institutions (habits and practices), learning, and networks play a central role in generating innovation and technological change.”

As instituições configuram os modos de governança do processo de inovação: reduzem a incerteza, coordenam o uso do conhecimento, mediam os conflitos e proporcionam incentivos, exercem impacto no processo de aprendizagem, proporcionam estabilidade às trajetórias tecnológicas, institucionalizam os comportamentos que podem originar ruturas com essa mesma trajetória e desempenham ainda o papel de acumuladores de conhecimento, passando conhecimento de geração em geração assim como normas,

³⁶ Segundo Lundvall (2010c, p. 26) “institutions are sets of habits, routines, rules, norms and laws, which regulate the relations between people and shape human interactions.” Sindicatos, agências governamentais e outras formas tangíveis comumente denominados de instituições são considerados por este autor como “instituições formais”.

hábitos e regras sobre as formas de fazer, pensar e agir (Nelson & Nelson, 2002; Edquist, 2004 e 2005; Fagerberg, 2005; Lundvall, 2010c).

É com a alvorada dos trabalhos dirigidos ao sistema nacional de inovação que surge uma investigação sistemática dos sistemas de inovação. A visão dos sistemas de inovação procura compreender as determinantes do processo de inovação. Isto é, a inovação enquanto um processo de criação, desenvolvimento, difusão e utilização da inovação, envolvendo não apenas as atividades inovadoras das empresas e de outros atores, mas todos os fatores económicos, sociais, políticos, organizacionais, e dando particular ênfase ao papel das instituições nesse processo (Freeman, 1988; Sharif, 2006; Soete, Verspagen, & Ter Weel, 2010; Lundvall, 2010a). Como inequivocamente apontam Nelson e Nelson (2002, p. 265) “the innovation systems idea is an institutional conception, par excellence.” A OCDE e o EUROSTAT (2005) resumem a visão sistémica da inovação a uma racionalidade que destaca a importância da transferência e difusão de ideias, conhecimento, competências e/ou informação através de redes e canais embebidos social, política e culturalmente, o que pode facilitar ou constringer as atividades de inovação. Desta forma, a visão sistémica encara a inovação como um processo dinâmico de acumulação de conhecimento por via da aprendizagem interativa. O conceito de (Lundvall, 2010a) sublinha precisamente o papel da aprendizagem interativa na configuração da visão sistémica.

“(…) We may make a distinction between a system of innovation in the narrow sense and a system of innovation in the broad sense. The narrow definition would include organizations and institutions involved in searching and exploring – such as R&D-departments, technological institutes and universities. The broad definition (...) includes all parts and aspects of the economic structure and the institutional set up affecting learning as well as searching and exploring – the production system, the marketing system and the system of finance present themselves as sub-systems in which learning take place.” (Lundvall, 2010a, p. 13) “The broad definition of the system (...) reflects the importance attached to interactive learning as a basis for innovation. Alternatively a ‘linear model of technical change’ – where technical innovations were assumed to follow mechanically from scientific efforts and from research efforts inside firms – would define the system of innovation much more narrowly and identify it with the R&D-system” (Lundvall, 2010a, p. 14).

Em síntese, Edquist (2005) aponta seis virtudes da abordagem segundo o prisma dos sistemas de inovação: (i) centra a análise na inovação e no processo de aprendizagem; (ii) adota uma perspetiva holística e transdisciplinar; (iii) desenvolve uma abordagem histórica e evolucionista; (iv) realça o processo interdependente e não linear da inovação; (v) abarca diferentes tipologias de inovação; e (vi) destaca o papel das instituições.

A partir do trabalho de síntese de Caraça, Lundvall, e Mendonça (2009), explora-se de seguida a evolução da visão sistémica, começando pela interpretação resultante de uma

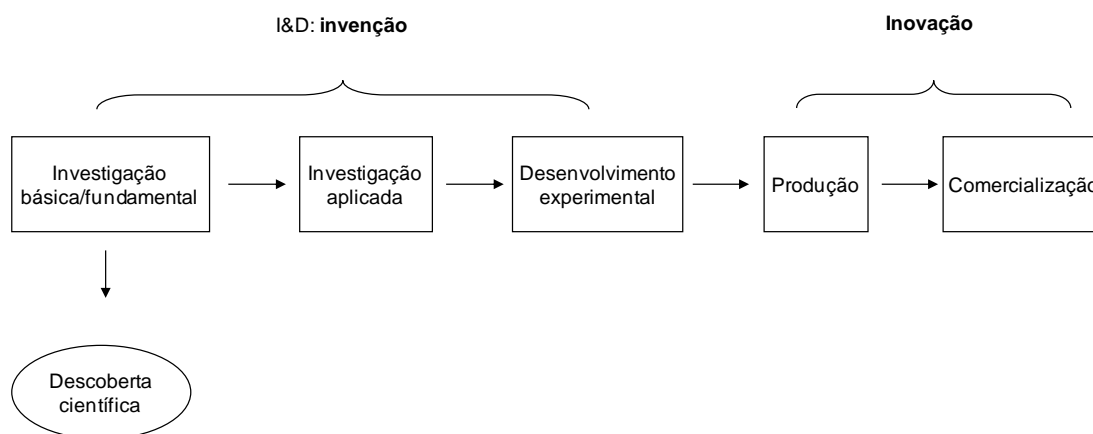
relação linear entre a I&D e a inovação (modelo linear), prosseguindo pela visão sistémica inicial (modelo de ligações em cadeia) e terminando com a visão contemporânea da aprendizagem interativa institucionalmente sustentada (modelo multicanais de aprendizagem interativa). O objetivo é compreender a forma como a literatura retrata atualmente o processo sistémico de origem, evolução e difusão da inovação económica.

2.8. O modelo linear de inovação

Uma das primeiras interpretações corresponde a uma visão linear e unidirecional do processo de inovação a partir da ciência. Embora a origem do modelo linear de inovação permaneça nebulosa³⁷ (Godin, 2006), a herança Ford-Taylorista de organização da produção industrial, associada à ampla difusão de uma interpretação excessivamente simplista do relatório de Bush (1945) sobre o papel da ciência no pós II Guerra Mundial, contribuíram para a ampla difusão da visão de uma relação direta entre a ciência fundamental e a inovação tecnológica, assente na dimensão codificada do conhecimento, onde se sustenta a importância das atividades de I&D para a inovação económica que, por sua vez, suporta as políticas iniciais de transferência tecnológica (Stokes, 1997; Godin, 2006). A interpretação simplista do trabalho de Bush (1945), próprias do Modo 1 de produção do conhecimento, conduz à construção de um fosso que separa a esfera da ciência da esfera da indústria, do estado ou da sociedade em geral (Gibbons *et al.* 1994). No entanto, o relatório *Science, the Endless Frontier* em momento algum explicita os processos ou mecanismos sequenciais pelos quais a ciência é transladada para o benefício socioeconómicos (Godin, 2006). Esta interpretação da inovação origina uma visão que postula a sequência unidirecional do desenvolvimento tecnológico – “one-way street” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 285), com origem exclusiva na investigação científica, levando à investigação aplicada, prosseguindo para o desenvolvimento e culminando na produção e comercialização (Figura 7). Aliás, a visão considera mesmo que a ciência é um elemento exógeno à tecnologia (Kline & Rosenberg, 1986; Stokes, 1997; Godin, 2006).

37 O trabalho de Godin (2006) faz uma síntese da história do modelo linear de inovação, apresentando as razões para a sua resiliência apesar das múltiplas críticas e das inúmeras propostas alternativas: “Having become entrenched—with the help of statistical categories for counting resources and allocating money to science and technology—and standardized under the auspices of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and its methodological manuals the linear model functioned as a social fact. Rival models, because of their lack of statistical foundations, could not become substitutes easily.” (Godin, 2006, p. 641).

Figura 7: Modelo linear de inovação



Fonte: retirado de Caraça, Lundvall e Mendonça (2009) (tradução própria).

As críticas ao modelo linear podem-se resumir a dois grandes argumentos que atacam o cerne da lógica em que este se apoia: a origem e a dinâmica da inovação (Quadro 17).

Quadro 17: síntese da crítica ao modelo linear de inovação

Origem da inovação	Corresponde ao argumento de que a inovação não resulta apenas da aplicação da ciência, mas recorre a uma infindável lista de conhecimento e fontes de informação acumuladas nas pessoas, nas organizações ou noutras fontes disponíveis, entre as quais está a ciência.
Dinâmica unidirecional	Corresponde ao argumento de que não é só a ciência fundamental que influencia a inovação, mas a própria inovação pode colocar novos desafios à ciência fundamental e contribuir com produtos e processos tecnológicos para o seu avanço. Isto é, a relação deve ser encarada como interativa ou sistémica e não como unidirecional. Assim, o modelo linear elimina a possibilidade de se gerar aprendizagem interativa ao longo do processo e não contempla a ocorrência de inovações do processo, muito sustentadas na aprendizagem resultante da experiência acumulada na produção de um produto ou serviço.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Kline e Rosenberg (1986); Kline e Rosenberg (1986); Stokes (1997).

Apesar das críticas ao excessivo protagonismo da ciência fundamental desta visão linear, convém não cair na posição oposta de menosprezar o papel da ciência no processo de inovação. Stokes (1997), na sequência da proposta do modelo dos quadrantes da investigação científica sublinha o papel da ciência e demonstra a interatividade entre a investigação científica e a inovação tecnológica ao identificar e conceptualizar o quadrante da investigação de base inspirada pelo uso, onde a ciência de base deixa de ocupar a posição isolada e remota que lhe era reservada no modelo linear.

Atendendo às críticas à visão linear da inovação, esta explica apenas, de forma incompleta, parte de um dos dois grandes modos em que se agrupam os múltiplos trajetos da inovação, o *Science Technology and Innovation Mode* (Cohen, 2010). Incompleta porque, como sustenta Kline e Rosenberg (1986, p. 288) “(...) even then, the innovation must pass

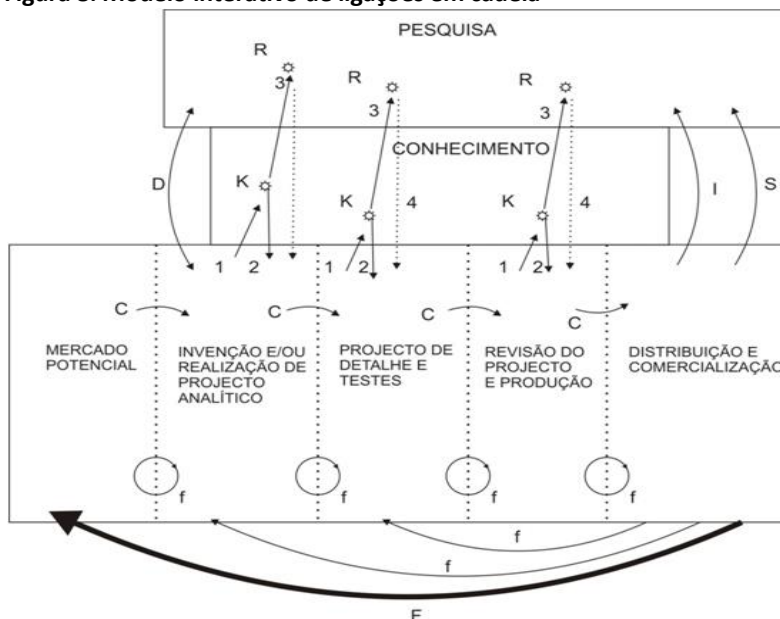
through a design stage and must be coupled to market needs if it is to reach completion.” Mas, apesar de todas as críticas, a imagem do modelo linear de inovação prevalece, sobretudo por razões estatísticas (Godin, 2006). No entanto, a ciência é apenas um de entre os vários ingredientes para se produzir inovação com sucesso, pelo que a complexidade do processo de inovação não é captada pelo modelo linear de inovação (Kline & Rosenberg, 1986; Fagerberg, 2005; Caraça, Lundvall, & Mendonça, 2009).

2.9. O modelo interativo de ligações em cadeia

O trabalho de Kline e Rosenberg (1986) parte da crítica ao modelo linear – “if we are to think clearly about innovation, we have no choice but to abandon the linear model” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 288) – para propor uma interpretação sistémica da inovação, enquanto um processo complexo, incerto e sujeito a várias mudanças (Figura 8):

“the process of innovation must be viewed as a series of changes in a complete system not only of hardware, but also of market environment, production facilities and knowledge, and the social context of the innovation organization.” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 275)

Figura 8: Modelo interativo de ligações em cadeia



Modelo Interactivo de Inovação (mostra fluxos de informação e cooperação)

Símbolos utilizados: C=cadeia central de inovação; f=efeitos de feedback; F=efeito particularmente importante de retroacção
K-R: ligações entre conhecimento e investigação nos dois sentidos. Se os problemas forem resolvidos no nó K, a ligação 3 a R não é activada. Retorno da pesquisa (ligação 4) é problemático - linha consequentemente tracejada.
D: Ligação directa entre a pesquisa e a fase inicial da invenção/realização do projecto analítico.
I: Apoio à investigação científica proveniente de instrumentos, máquinas, ferramentas e procedimentos da tecnologia.
S: Apoio à investigação científica através de programas públicos de investigação, que pretendem responder às necessidades da sociedade/mercado.

Fonte: retirado de Kline e Rosenberg (1986, p. 290) (tradução própria).

Não se nega que a inovação também é condicionada pelo avanço nas fronteiras da ciência e da tecnologia, que geram oportunidades para a conceção de novos produtos, para a melhoria dos produtos existentes ou para uma maior eficiência na produção. No entanto, o mercado também é um elemento ativo e dinâmico pelo que a introdução de inovações económicas depende de outros fatores como a aproximação das características da inovação com as necessidades dos possíveis utilizadores, o valor acrescentado da inovação, a prestação da inovação face às alternativas, a viabilidade económica e comercial ou o *timing* da sua introdução, entre outros. Daí que a simples sofisticação da tecnologia pode não encontrar o necessário eco no mercado, pelo que não existe uma relação direta entre sofisticação tecnológica e valorização por parte do mercado (Kline & Rosenberg, 1986).

Sustentando-se nestes pressupostos, Kline e Rosenberg (1986) apontam a ciência como um dos muitos trajetos possíveis para o desenvolvimento da inovação económica, apresentando como alternativa á interpretação linear o modelo de ligações em cadeia³⁸ (Figura 8). Desde logo, o processo de inovação não parte obrigatoriamente da ciência. O conhecimento acumulado na ciência e as novas descobertas científicas não são mais do que uma das possíveis origens. Por outro lado, a inovação centra-se no processo, a cadeia central de inovação, que ocorre centrado nos diferentes departamentos das organizações

³⁸ Segundo Kline e Rosenberg (1986, p. 289 a 293) as cinco vias para a inovação representadas no modelo são:

Cadeia central de inovação – ligação C: corresponde à cadeia central da inovação que se inicia com o *design*, prosseguindo com o desenvolvimento, a produção e comercialização.

Feedback – ligações f e F: corresponde ao *feedback* contínuo entre cada uma das etapas da cadeia central e ao *feedback* que chega diretamente das necessidades do mercado e dos potenciais utilizadores de cada uma das etapas anteriores, para potenciar a melhoria contínua da prestação dos produtos e dos serviços, ou para gerar um novo momento de *design*. No fundo correspondem aos múltiplos *feedbacks* que ligam e coordenam a I&D com a produção e a comercialização.

Ligações ao conhecimento acumulado da ciência que dita a necessidade de ligação à nova ciência ao longo da cadeia central de inovação – ligações D que liga K e R: a inovação é muito difícil sem se recorrer ao conhecimento acumulado da ciência (K) a partir do qual, se dá o trabalho explícito de desenvolvimento que pode apontar a necessidade de subir para o estádio de uma nova investigação (R). Daí que a ligação da ciência à inovação não é única nem sequer preponderante no início da maioria das inovações, estendendo-se antes ao longo de todo o processo – cadeia central de inovação – para ser usada sempre que necessária. “(...) is the reason for the name ‘chain-linked model’” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 291). Quando confrontados com um problema, recorre-se primeiro à ciência conhecida ou ao conhecimento armazenado (K). Só quando o conhecimento deste estádio falha ou é insuficiente para a resolução dos problemas é que se recorre à investigação. O uso do conhecimento acumulado da ciência é essencial e até, por vezes, crucial para a inovação, mas normalmente não é o passo inicial. É antes empregue ao longo de toda a cadeia central de inovação, à medida que é necessário. Só quando este conhecimento das fontes conhecidas falha é que se recorre à investigação para resolver os problemas de uma tarefa específica do desenvolvimento. A medida que se evolui nos diferentes estádios da cadeia central de inovação a investigação a que se recorre vai transitando de investigação de base para a investigação aplicada.

Ligação à nova ciência – ligação D: as novas descobertas científicas podem originar inovações radicais, podendo origina uma nova indústria, como são os casos, por exemplo, dos semicondutores ou da engenharia genética.

Feedback da inovação para a ciência – ligação I: os produtos das atividades de inovação, isto é, ferramentas e instrumentos disponibilizados pela tecnologia, apoiam o desenvolvimento da própria ciência.

empresariais. A inovação pode iniciar-se em qualquer uma das extremidades do processo interativo (detecção de um mercado potencial, ou consumidores e clientes finais), no *feedback* ao longo de todos os estádios ou ainda no próprio conhecimento científico. A qualquer momento a ciência pode estar envolvida, seja sob a forma de investigação fundamental ou sob a forma de investigação aplicada. Mas também pode nunca participar, isto é, o envolvimento da ciência não é uma condição obrigatória. Por último existem múltiplas origens do processo de inovação, múltiplos caminhos que ele pode percorrer e são múltiplas as oportunidades de *feedbacks* que podem surgir ao longo do processo.

Os próprios autores assumem que o modelo não abarca a totalidade dos processos de inovação, abrindo a porta a outras possibilidades de investigação futuras em torno dos processos de inovação – “the chain-linked model (...) is only a top-level model and omits many of the details and rich variety in the totality of innovations processes” (Kline & Rosenberg, 1986, p. 293 e 294). No entanto, esta proposta dá um contributo decisivo para romper com a ideia de que a ciência desempenha o papel central, enquanto origem única da inovação, e de que existe apenas um caminho para a inovação, demonstrando que a participação da ciência pode ocorrer em qualquer momento do processo de I&D.

Na expressão de Caraça, Lundvall, e Mendonça (2009, p. 864) “science is becoming ubiquitous in the innovation process in transition from R&D as two distinct and separate activities towards an increasingly strong and continuous engagement of science with production: R as D”. Ainda assim é uma abordagem muito centrada nas relações sistémicas que ocorrem dentro das organizações empresariais, daí que o impulso seguinte seja a integração das redes de relações que perfuram as fronteiras das organizações e se estendem através do espaço relacional (Caraça, Lundvall, & Mendonça, 2009) e abarcando outras esferas institucionais de ação, acentuando o carácter social e ecossistémico do processo de inovação (Leydesdorff & Etzkowitz, 1998; Carayannis & Campbell, 2012).

O principal contributo deste modelo de Kline e Rosenberg (1986) é contribuir para inaugurar uma visão sistémica do processo de inovação, passando a ser consensual que a visão sistémica é a mais apropriada para explorar os processos complexos que sustentam a inovação, como se pode constatar nos trabalhos que se sucederam.

Outro dos contributos de Kline e Rosenberg (1986) é considerarem o processo de inovação económica como um sistema sociotécnico, o que abre uma nova via de debate em torno da inovação económica. Reforça a necessidade da inovação ser objeto de estudo de

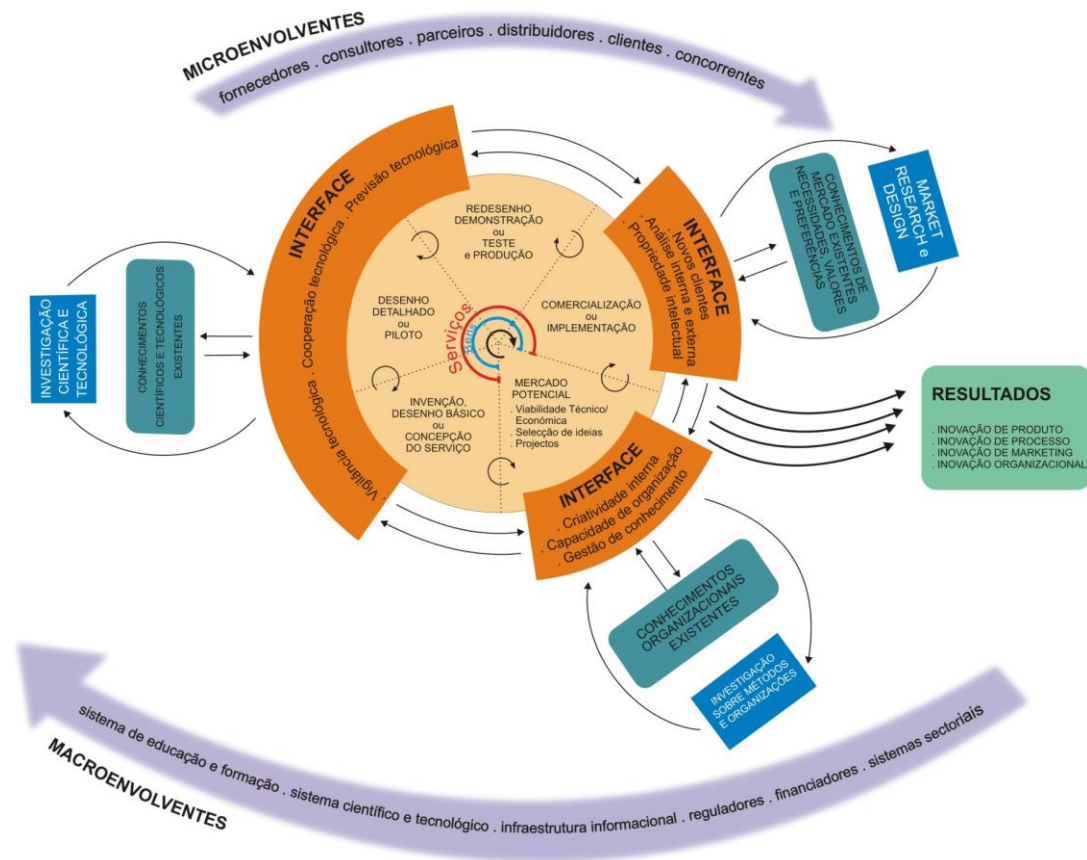
diferentes perspectivas disciplinares (OCDE & EUROSTAT, 2005), o que o transforma num objeto interdisciplinar para o qual a geografia económica passa a dar contributos sobre o papel da localização e das redes de relações que se estabelecem entre as diferentes localizações. No fundo, a geografia contribui com a análise do espaço relacional no processo de inovação (a aprofundar no terceiro capítulo).

2.10. O Modelo multicanais de aprendizagem interativa

A existência de uma grande variedade de fontes de conhecimento transformou a inovação num processo complexo (Asheim, 2007). A perspectiva da inovação, enquanto um ato isolado, quer ao nível do indivíduo, quer ao nível da empresa, deu lugar a uma perspectiva complexa, que integra processos económicos, sociais, culturais, institucionais e territoriais. Tornou-se uma atividade crescentemente interativa e socialmente organizada (Gertler & Levitte, 2005). Hoje, a inovação não é apenas uma atividade económica, mas também social, cultural e política, que está centrada na capacidade de aprendizagem. Trata-se de um processo interativo complexo, que envolve uma multiplicidade de atores, individuais e coletivos, com uma configuração variável, interna e externa às organizações, com vista à produção, translação, utilização, transformação e comercialização do conhecimento que caracteriza a atual economia do conhecimento/aprendizagem. A inclusão do contexto da atual economia da aprendizagem (Lundvall & Johnson, 1994) no modelo de inovação é o propósito que levam Caraça, Lundvall e Mendonça (2009) a proporem o modelo multicanais de aprendizagem interativa (Figura 9).

Como salientam Caraça, Lundvall e Mendonça, (2009, p. 865), trata-se de um modelo com um propósito representacional e não representativo, o que significa que o processo de inovação não necessita obrigatoriamente de envolver todos os fatores descritos. É uma representação sintética das principais variáveis e das suas inter-relações, que funciona como grelha de análise, possibilitando a integração das contingências próprias dos diferentes processos de inovação. Importa sublinhar ainda que a racionalidade deste modelo abarca as múltiplas formas que a inovação pode assumir, ao considerar que o processo de aprendizagem pode originar formas de inovação, do produto, do processo, de *marketing* ou organizacionais, com um impacto incremental ou radical e com um alcance que vai desde o novo para a empresa até ao novo para o mundo.

Figura 9: Modelo multicanais de aprendizagem interativa



Fonte: retirado de Caraça, Lundvall e Mendonça (2009, p. 865) (tradução própria).

A inspiração na proposta de Kline e Rosenberg (1986) está bem patente, porque no centro do modelo surge a ideia da cadeia central presente no modelo de ligações em cadeia. Assim, no modelo de Caraça, Lundvall e Mendonça (2009) as empresas continuam a surgir como o ator central no processo de inovação. No entanto, esta interpretação da inovação procura sublinhar que, para além das interações que ocorrem internamente nas organizações empresariais, o espaço relacional rompe as fronteiras das organizações e estende-se a outras escalas relacionais externas às organizações. Daí a inclusão de interfaces que possibilitem às organizações empresariais abrirem-se externamente aos restantes atores do ecossistema de inovação e agilizarem-se para fazerem face às rápidas mudanças tecnológicas e às mudanças emanadas dos utilizadores e dos concorrentes.

O facto de o modelo contemplar interfaces de aprendizagem permite que nele se incorpore, por um lado, a ideia de que o processo de inovação, apesar de centrado nas empresas, é cada vez mais aberto, envolvendo uma multiplicidade de atores territorialmente distribuídos (outras empresas, universidades, agências governamentais,

organizações cívicas, ...). Isto é, este modelo de idealização da inovação permite acomodar a lógica da inovação aberta³⁹ (Chesbrough, 2006). Aliás, um dos principais contributos do modelo multicanais de aprendizagem interativa é precisamente contrariar a ideia de uma inovação fechada dentro das empresas, numa lógica de integração vertical de toda a ação da inovação. Os fatores que estão a impulsionar a adoção de estratégias de inovação aberta prendem-se com o crescimento do número de pessoas qualificadas e o aumento da mobilidade deste capital especializado e talentoso; a presença de capital de risco que favorece a criação de novas empresas (*start-ups* e *spin-offs*) e uma gestão proativa das diferentes formas de propriedade intelectual e patentes; o aumento da entrada de produtos e serviços no mercado e a conseqüente redução do seu ciclo de vida; a crescente capacitação dos fornecedores externos e a emergência de intermediários no mercado da inovação; e o contexto geral de abundância e difusão do conhecimento (Chesbrough, 2006). Estes são também argumentos que levam à criação de interfaces de interação para fora das empresas numa lógica de aprendizagem interativa, conforme contempla o modelo de Caraça, Lundvall e Mendonça (2009).

Assim, considera-se que as empresas estão a permeabilizar cada vez mais as suas fronteiras no sentido de atender às múltiplas possibilidades de conjugar conhecimento interno e externo, de conjugar vias internas e externas para concretizar esse conhecimento, de conjugar vias internas e externas para colocar esse conhecimento concretizado no mercado, no fundo, para conjugar as múltiplas possibilidades internas e externas que permitem acelerar e aumentar os níveis de inovação da empresa e uma maior rentabilização financeira desses mesmos processos (Chesbrough, 2006). Chesbrough (2006) ao colocar as ações internas das empresas no mesmo nível de importância das ações que se estendem para fora das muralhas das empresas para que

³⁹ O paradigma da inovação aberta dirige-se especificamente ao processo de gestão da inovação económica por parte das empresas: “open innovation is the use of purposive inflows and outflows of knowledge to accelerate internal innovation, and expand the markets for external use of innovation, respectively. Open Innovation is a paradigm that assumes that firms can and should use external ideas as well as internal ideas, and internal and external paths to market, as they look to advance their technology. Open Innovation processes combine internal and external ideas into architectures and systems. They utilize business models to define the requirements for these architectures and systems. The business model utilizes both external and internal ideas to create value. Open Innovation assumes that internal ideas can also be taken to market through external channels, outside the current business of the firm, to generate additional value. The Open Innovation paradigm treats R&D as an open system. Open Innovation suggest that valuable ideas can come from inside or outside the company and can go to market from inside or outside the company as well. This approach places external ideas and external paths to market on the same level of importance as that reserved for internal ideas and paths to market in the earlier era.” (Chesbrough, 2006a, p. 2).

estas possam explorar a ampla difusão do conhecimento, isso significa que se criam redes de interação que estabelecem as pontes que permitem atravessar o fosso que impede o conhecimento externo de penetrar na empresa e o conhecimento interno de ser desenvolvido fora da mesma. Note-se a relação com o Modo 2 de produção do conhecimento, nomeadamente com a ideia de que está a ocorrer uma profunda mudança dos processos de produção de conhecimento, apoiados numa maior permeabilidade e flexibilidade organizacional, cada vez mais distribuído por diferentes de atores, e até territorialmente, assente em processos cada vez mais transdisciplinares cujo acesso a esse conhecimento implica a participação na sua produção (Gibbons, *et al.*, 1994). O modelo de inovação aberta, ao considerar que o conhecimento originado no interior da empresa pode optar por diversas vias internas ou externas para o seu desenvolvimento, assim como o conhecimento originado fora da empresa pode ser, em qualquer momento do seu desenvolvimento, integrado na empresa, desde que criada a capacidade para a sua absorção, pressupõem um modelo de gestão do processo de inovação das empresas assente numa diversidade de possibilidades de criação de redes flexíveis de interação (Chersbrough, 2006 e 2006a). Ora, os interfaces contemplados no modelo multicanais de aprendizagem interativa sinalizam esta mesma abertura externa das organizações empresariais para criação de redes relacionais de aprendizagem.

A aplicabilidade, total ou parcial, do modelo de inovação aberta tem sido testada, sobretudo, nas indústrias da alta tecnologia, como são os casos analisados sobre a indústria de semicondutores, fotocopiadoras (Xerox), computadores (IBM), equipamento de comunicações (Intel, Lucent) (Chersbrough, 2006), software (West & Gallagher, 2006; Graham & Mowery, 2006), biotecnologia (Vanhaverbeke & Cooldt, 2006), farmacêutica (Chersbrough, 2006), permanecendo aberta, no entanto, a questão se o modelo também se aplica a setores de mais baixa tecnologia e mais maduros (Chersbrough, 2006a).

Por outro lado, os interfaces de aprendizagem do modelo multicanais de aprendizagem interativa integram no modelo os dois principais modos de inovação para os quais confluem as múltiplas possibilidades de conjugação dos caminhos a percorrer pelas empresas para desenvolverem o processo de inovação: os modos STI e DUI (Quadro 18).

Convém desde já ressaltar que, embora estes sejam dois modos ideais de promoção do conhecimento e inovação não significa que sejam opostos. Eles coexistem e podem ser complementares (Jensen, *et al.*, 2007), dado o papel ubíquo do conhecimento científico ao longo de todas as etapas da cadeia central do processo de inovação e dado o papel ubíquo da aprendizagem baseada na experiência dentro das empresas e nas relações externas que estas estabelecem (Caraça, Lundvall, & Mendonça, 2009). Ao nível das empresas,

ainda que um dos modos possa ser predominante, deve ter-se sempre em consideração a utilidade do modo STI para promover formas de conhecimento fundamentalmente analítico, assim como o papel da comunicação informal e das comunidades de prática, desenvolvidas pelo modo DUI, para resolver problemas concretos e promover a aprendizagem (Jensen, *et al.*, 2007), potenciando o desenvolvimento de conhecimento sintético e simbólico.

Quadro 18: Articulação dos modos de inovação no modelo multicanais de aprendizagem interativa.

STI	Através de processos formais e intencionais de I&D, as empresas podem envolver-se na produção de conhecimento científico e técnico que resultará numa inovação, com carácter mais radical, identificado como o <i>Science, Technology and Innovation (STI) mode</i> . É o reino da inovação que parte do <i>conhecimento base analítico</i> . Tem maior impacto nas inovações tecnológicas. Corresponde ao <i>interface</i> do modelo que possibilita a aprendizagem com a investigação científica e tecnológica através das relações que se estabelecem com consultores, universidades e centros de investigação.
DUI	As empresas devem constituir-se como organizações aprendentes (Lundvall, 2006) favorecendo os processos de <i>Learning by doing</i> (Arrow, 1962), <i>learning by using</i> (Rosenberg, 1982) e, sobretudo, <i>learning by interacting</i> (Lundvall, 1992), com o objetivo de criarem condições para um processo de inovação contínuo, essencialmente incremental e alicerçado no “ <i>experienced-based mode of learning based on Doing, Using and Interacting (DUI-mode)</i> ” (Jensen, Johnson, Lorenz, & Lundvall, 2007, p. 680). É o reino da inovação que parte do conhecimento base sintético e simbólico. Tem maior impacto nas inovações não tecnológicas. Correspondem aos interfaces de aprendizagem com o mercado e com os métodos de organização, através de relações com os fornecedores, os clientes e os competidores.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Jensen, *et al.* (2007), Asheim e Coenen (2005 e 2006), Asheim, (2007), Fitjar e Rodríguez-Pose (2013) e Parrilli e Herasb (2016).

Ao nível de toda a economia, implica uma atenção simultânea ao papel desempenhado pelos processos de I&D – estimulando a produção de conhecimento analítico – e dos processos informais de interação dentro e entre as organizações, reforçando a criação de conhecimento sintético e simbólico (Jensen, *et al.*, 2007). Aliás, como sublinham Caraça, *et al.*, (2009) podem existir processos de fertilização cruzada como resultado da identificação, seleção e absorção de novas ideias a partir do ambiente em que a empresa se insere, internalizado pelos diferentes canais de interface que a empresa cria, o que nos permite incorporar também no modelo a ideia de aumentar a capacidade de inovação das organizações por via dos processos de variedade relacionada (Frenken, van Oort, & Verburg, 2007; Boschma & Frenken, 2011).

O ecossistema de inovação com o qual os interfaces geram diferentes formas de aprendizagem interativa é composto por um leque diversificado de atores. Na linha da argumentação de Gibbons, *et al.*, (1994) há uma diversificação do *locus* de produção de conhecimento, pelo que as relações externas fazem-se atendendo a essa diversidade de atores. Seguindo a racionalidade do modelo de hélice tripla (Leydesdorff & Etzkowitz,

1998; Leydesdorff & Curran, 2000; Etzkowitz, 2008) esses atores agrupam-se em três esferas institucionais de ação: as universidades, as empresas e o governo. Carayannis e Campbell (2011 e 2012) propõem a inclusão de uma quarta hélice para abarcar as organizações da sociedade civil, a cultura, os estilos de vida, os meios de comunicação social, a criatividade, o multiculturalismo e as universidades de ciências sociais e de artes, para além universidades das ciências naturais já contempladas na hélice tripla. No fundo procuram abarcar o conhecimento base simbólico.

Admite-se mesmo a possibilidade de acrescentar n-hélices para abarcar outras esferas de ação que sejam significativas na explicação do processo de inovação (Leydesdorff L., 2012), como é o caso, por exemplo, da quinta hélice para abarcar a dimensão socioecológica, numa interpretação em que “the natural environments of society and the economy also should be seen as drivers for knowledge production and innovation, therefore defining opportunities for the knowledge economy” (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012, p. 1). A evolução para o Modo 3 de produção de conhecimento, proposta por Carayannis e Campbell (2011 e 2012), que sustenta este alargamento do número de hélices do modelo original de Leydesdorff e Etzkowitz (1998), procura ampliar o ecossistema de inovação (constituído por pessoas, cultura e tecnologia), dotando o modelo original de hélice tripla de uma estrutura sistémica:

- *multicamadas* – coevolução dos contextos social, económico, tecnológico;
- *multimodal* – coexistência e coevolução dos diferentes modos de produção de conhecimento e paradigmas de conhecimento natural e social;
- *multinodal* – a ideia de que as redes são *gloCais*⁴⁰, isto é, os processos complexos de criação, difusão e utilização do conhecimento são simultaneamente globais, nacionais, regionais e locais;
- *multilateral* – envolvendo uma multiplicidade de atores.

O modelo analítico de hélice tripla em particular, e as sucessivas ampliações já referidas, enquadra-se no grupo dos modelos que encaram a inovação como um processo sistémico

⁴⁰ *Glocal* é um conceito que sublinha a ideia de que a inovação se sustenta na formação de redes multinível que ligam os empreendedores com as redes locais, regionais e globais de clientes, fornecedores e outras atividades complementares, facilitando ainda a criação de pontes que liguem as diferenças nos aspetos culturais, do conhecimento e sociopolíticos que separam estes empreendedores, precisamente pela natureza transnacional das relações, o que faz com que a sua localização seja globalmente dispersa (Carayannis & von Zedtwitz, 2005; Carayannis & Alexander, 2006).

e como um processo assente em ligações em rede entre os atores das diferentes esferas. O processo pode-se iniciar em múltiplos pontos de partida (ciência, engenharia, I&D, produção, atividades de comercialização) e desenvolver-se posteriormente sem ter um trajeto obrigatoriamente pré-definido (Etzkowitz H., 2008). No entanto, convém desde já sublinhar que, como sustenta Lundvall (2010) as abordagens do Modo 2 de produção do conhecimento e da hélice tripla centram-se na ciência e no papel das universidades na inovação. Estas perspetivas captam essencialmente o modo STI de aprendizagem. Mesmo com os esforços de Carayannis e Campbell (2011 e 2012) para ampliarem o modelo a novas hélices contemplando o Modo 3 de produção do conhecimento, estes autores explicitam claramente que as atividades de investigação das universidades são essenciais para o processo de inovação e que pretendem incorporar no modelo as universidades de ciências sociais, humanidades, artes e todas as dimensões do conhecimento daí resultantes – essencialmente baseadas no conhecimento simbólico, retomando a ideia de conhecimento base de (Asheim & Coenen, 2005) – e que não estavam explicitamente contempladas no modelo de hélice tripla.

Lundvall (2010) sublinha que, o facto da ciência e do conhecimento codificado serem cada vez mais importantes para um maior número de atividades económicas não anula o facto de que, para as inovações chegarem ao mercado, incluindo as baseadas na ciência, as competências de aprendizagem organizacional, de construção de redes empresariais, a participação dos empregados e a construção de competências são mais importantes do que nunca. Por isso o modo DUI de aprendizagem e inovação é transversal. Daí a opção por centrar esta exploração teórica no modelo multicanais de aprendizagem interativa, sem ignorar, no entanto, os contributos de outras formas de idealização do processo de inovação. Neste caso, a lógica que sustenta a hélice tripla, quadrupla, quádrupla, n-hélices racionaliza a coevolução da diversidade de atores envolvidos no processo de inovação agrupados por esfera de ação, o que será um contributo para organizar a informação recolhida e a explorar na segunda parte deste trabalho.

Recentrando a análise no modelo multicanais de aprendizagem interativa, a abertura ao ambiente (micro e macro) contraria uma visão atomizada das organizações, e reconhece que o ecossistema onde se inserem as organizações pode facilitar ou dificultar os processos de inovação.

Os micro-envolventes (constituídos pelos fornecedores, consultores, parceiros, distribuidores, clientes, concorrentes) procuram condensar as principais fontes de aprendizagem e o leque de possíveis relações. Os macro-envolventes (sistema de educação e formação, sistema científico e tecnológico, infraestrutura informacional, reguladores, financiadores e sistemas setoriais) condensam as dimensões das mudanças ou inércias socio-institucionais. No seu conjunto constituem a “innovation ecology, i.e., a complex multi-layered selection environment exerting shifting pressures on innovation processes at the enterprise level” (Caraça, Lundvall, & Mendonça, 2009, p. 865).

Como consequência desta complexa ecologia da inovação, a interação surge como a forma de promover a aprendizagem e a inovação, reforçando o papel da constituição de redes relacionais – internas e externas às organizações – que permitam superar a mera troca de informação e promover a aprendizagem interativa a partir do conhecimento dos vários atores. Assim, o sistema de inovação é composto por um conjunto de componentes – os elementos do sistema ou atores, isto é, os “jogadores do jogo” (Edquist, 2005, p. 188), e as instituições, isto é, as “regras do jogo” (Nelson & Nelson, 2002, p. 268; Edquist, 2005, p. 182) – e por relacionamentos entre os componentes, que interagem na produção, difusão e utilização de novo conhecimento economicamente útil (Carlsson, *et al.*, 2002; Edquist, 2004 e 2005; Lundvall, 2010a).

A partir destes constituintes pode-se identificar os atributos do sistema Carlsson, *et al.*, 2002) e as atividades dentro do sistema de inovação (Edquist, 2004), como se sintetiza no Quadro 19.

Quadro 19: Variabilidade dos atributos e das atividades do sistema de inovação.

Setorial	Podem variar entre diferentes setores industriais, o que nos remete para a racionalidade que sustenta a abordagem em torno do sistema setorial de inovação (Malerba, 2002, 2004a, 2005).
Geográfica	Podem variar em função do país como sustenta a tese do sistema nacional de inovação (Freeman, 1988; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Nelson & Nelson, 2002) ou ainda, em função da escala regional/local, o que nos remete para a racionalidade que sustenta as elaborações dos modelos territoriais de inovação (Moulaert & Sekia, 2003), particularmente para as abordagens efetuadas no âmbito do sistema regional de inovação (Asheim, 1997; Cooke, Uranga, & Etxebarria, 1997; Cooke, 2001a).

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos citados no quadro.

Os interfaces, enquanto plataformas de interação, assumem assim um papel central na criação de conhecimento e inovação. Pode-se considerar que funcionam para as organizações como os sentidos para um organismo vivo. Fazem a ligação com o mundo

exterior permitindo interagir com o seu ambiente a uma escala mais local, nacional, internacional ou global. Como sublinham Leydesdorff e Meyer (2003, p. 194) “in general, innovations take place at interfaces”. A política de criação de plataformas que reforcem a interação, a cooperação e as parcerias pode ser um caminho para promover a inovação. Estas plataformas podem assumir a função de “local nodes in global networks” (Gertler & Levitte, 2005, p. 487). A capacidade de ancoragem destas redes compostas por ligações a múltiplas escalas geográficas é uma das questões-chave das políticas de desenvolvimento regional (Vale, 2009), para a qual a geografia pode dar um importante contributo.

A necessidade de interação regular com vista à criação de conhecimento e inovação é uma das razões apontadas para justificar os benefícios da concentração geográfica. Inúmeros conceitos tais como, sistema regional de inovação (Cooke, Uranga, & Etzebarria, 1997) *cluster* (Porter, 1990), as regiões aprendentes (Florida, 1995; Morgan, 1997), os distritos industriais (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009; Belussi, 2009) ou os meios inovadores (Coppin, 2002) destacam precisamente essa característica. Por um lado, a concentração geográfica facilita o acesso aos mercados, aos fornecedores, à mão-de-obra em qualidade e quantidade, aos serviços de apoio especializados e às redes informais (Doloreux, 2004). Por outro lado, permite partilhar uma rede socioinstitucional constituída pelo contexto económico, organizacional, relacional, social e cultural, fundamental para gerar relações de confiança (Doloreux, 2002). Estas são algumas das condições mais sublinhadas para que ocorra a aprendizagem coletiva e interativa à escala geográfica de proximidade.

No entanto, um crescente número de trabalhos tem chamado à atenção para o facto de que, para além das redes locais, uma maior abertura a outras escalas mais globais pode representar um importante contributo para a inovação: “when this locally embedded knowledge is combined in novel ways with codified and accessible external knowledge new value can be created” (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004, p. 32). O nível regional normalmente não é suficiente para as empresas se manterem inovadoras e competitivas dado que o processo de aprendizagem está cada vez mais inserido em redes e sistemas de inovação de várias formas e escalas (Asheim, 2007; Isaksen & Trippl, 2017). A articulação de redes locais e globais é necessária para projetos de cooperação com êxito, especialmente quando se torna necessário combinar competências locais e não locais para o sucesso da inovação (Asheim & Coenen, 2006). As empresas apoiam-se tanto nas redes externas à região como nas internas, sendo que, por vezes os recursos externos são

consideravelmente mais importantes do que outras fontes potenciais de novas ideias para o processo de inovação dentro das empresas (Doloreux, 2004).

Daqui decorre a necessidade de compreender o papel das diferentes escalas das redes de inovação e os seus processos de ancoragem ao território (Feldman, 2003; Feldman & Lowe, 2008; Vale, 2009). Estas relações extra-locais não se confinam apenas a contactos com clientes e fornecedores mas evoluíram para a circulação de informação e conhecimento que suporta a inovação (Cumbers, Mackinnon, & Chapman, 2003), através, por exemplo, da contratação de pessoal qualificado ou de relações globais para a comercialização do conhecimento produzido (Gertler & Levitte, 2005). Aliás, Lars, *et al.* (2005) chamam à atenção para o facto das comunidades epistémicas permitirem uma circulação de conhecimento extra-local, graças a uma integração social baseada na afinidade profissional e nas práticas científicas.

Partindo da perspectiva do conhecimento base, pode-se considerar que a inovação consiste em diferentes fases e diferentes modos dominantes de criação de conhecimento. A criação de conhecimento analítico pode ocorrer entre parceiros próximos ou distantes, enquanto a criação de conhecimento sintético está mais condicionada pela colaboração local, embora não esteja impedida de recorrer a outras escalas relacionais (Moodysson, Coenen, & Asheim, 2008; Isaksen & Trippl, 2017). Ainda assim, as empresas que navegam essencialmente no conhecimento analítico têm mais facilidade em gerar redes globais de conhecimento do que as que vogam no conhecimento sintético ou simbólico. Esta dimensão geográfica do espaço relacional da inovação é objeto de exploração no terceiro capítulo.

3. ...No espaço geográfico

3.1. Introdução

A visão de uma economia globalizada, reforçada pela ilusão de uma leitura virtual da realidade, proporcionada pela revolução nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), conduziu a interpretações desterritorializadas, assentes em pressupostos de hipermobilidade, com decretos quanto à derrota da tirania da distância e à morte da distância (Cairncross, 1997), passando pelo fim da geografia (O'Brien, 1992), indiciando uma inexorável homogeneidade geográfica das atividades económicas, que também resulta de leituras simplistas da afirmação de que o mundo é plano (Friedman, 2006). No entanto, é no território que ocorre a síntese concreta dos processos económicos de produção, difusão e utilização do conhecimento e inovação (Scott & Storper, 1992).

A contestação à visão aespacial emergiu em diferentes áreas do conhecimento, procurando demonstrar “the power of place” (Blij, 2009), ou que “the world is spiky” (Florida, 2005, p. 48). Como sublinha Scott (2004, p. 494):

“indeed, as globalization now begin to run its course, geographic space becomes more important, not less important, because it presents ever-widening possibilities for finely-grained locational specialization and differentiation.”

A imagem da emergência de uma “économie métropolitaine en archipel” (Veltz, 1997, p. 265) e de uma geografia económica configurada segundo um “global mosaic of regional economies” (Scott & Storper, 1992, p. 10) que inspira na imagem de um “território-arquipélago organizado em rede” (Ferrão, 2002, p. 151), aplicado ao caso específico do Portugal pós-moderno, acentuam a importância da geografia dos lugares em rede (Marques, 2004). A crescente especialização regional dos sistemas de produção que, por sua vez, se encontram entrelaçados numa rede global de ligações interorganizacionais, sustenta um papel crescentemente preponderante da escala regional, face a uma perda de algum protagonismo do Estado-Nação, por causa da internacionalização das estruturas de produção e do crescimento de organizações internacionais para as quais o Estado-Nação transfere partes da sua capacidade de decisão. Ainda assim, o Estado-Nação é importante na estruturação das atividades globais de produção (Scott & Storper, 1992) e dos processos de inovação (Lundvall, 1992).

Numa visão global dos processos económicos e da inovação, provavelmente o mundo não é nem plano nem pontiagudo, mas é qualquer coisa articulada entre estes dois extremos.

Mais do que aplanar o território, o processo de globalização económica aprofunda, por um lado, a necessidade de se adotar uma visão geográfica multiescalar e interescalar e, por outro lado, sublinha a importância da geografia relacional, dada a natureza social interativa dos processos económicos (Amin, 2001; Coe & Yeung, 2015).

A propósito da geografia da internet, Castells (2001, p. 245) sustenta a tese de uma “geografia reticular”, enquanto uma “geografia feita de redes e nós”, gerando um “espaço de fluxos” que “redefine a distância, mas não suprime a geografia”, originando “novas configurações territoriais”. Castells (2001) contesta a argumentação desterritorializada a partir da análise da própria infraestrutura que está na origem dessa ilusão, ao constatar que até a própria “geografia da internet” exhibe um comportamento territorialmente concentrado, logo territorialmente desigual, quanto à “geografia técnica”,⁴¹ quanto à “geografia dos utilizadores” e quanto à “geografia económica de produção da Internet”. Mais do que um *bulldozer* que arrasa a diferenciação territorial, a Internet é encarada como um meio tecnológico que facilita uma “economia em rede” (Castells, 2001, p. 264) concentrada maioritariamente nas grandes Áreas Metropolitanas, ligadas entre si, originando uma “nodalidade, baseada numa geometria reticular” (Castells, 2001, p. 267) formada por nós e redes. Esta “nova geografia global” (Castells, 2001, p. 267) concentra as atividades de produção e consumo de conhecimento nas regiões metropolitanas, interligadas entre si pelas redes de comunicação e pelas redes de transportes. Daqui resulta uma interpretação dualista entre o “espaço dos lugares” (Castells, 2001, p. 281), isolados por barreiras económicas e falta de conectividade, e os “espaços dos fluxos” (Castells, 2001, p. 281), conectados à distância pelo elevado valor de mercado, social e infraestrutural. No entanto, a crítica da geografia económica à visão aespacial está para além da simples constatação da existência de uma “geografia dos *stocks* e dos fluxos” (Dicken, 2000, p. 276) que resulta da análise efetuada no trabalho de Castells (2001).

A nova geografia económica aprofunda a crítica a esta visão aespacial, partindo da evidência sobre a distribuição desigual das atividades económicas (Amin, 1994). Ao considerar o contexto territorial, para além da análise individualizada das instituições económicas e dos atores económicos, a nova geografia económica acentua as bases

41 “Refere-se à infraestrutura de telecomunicações da Internet, as ligações entre computadores que organizam o tráfego na rede (routers) e a distribuição da sua largura de banda, ou seja, as linhas de telecomunicação dedicadas ao tráfego de pacotes de dados” (Castells, 2001, p. 246).

históricas, sociais, políticas, culturais e institucionais da economia. Isto é, os processos de inovação estão incorporados (*embedded*) no território. Desta forma, sublinha-se a natureza territorial da estrutura económica que só poderá ser apreendida a partir duma compreensão aprofundada do contexto dos lugares e das respetivas relações multiescalares que os definem⁴². Esta imbricação dialética entre a estrutura territorial, a estrutura económica e a estrutura social é sintetizada na imagem de que “places produce firms while firms produce places” (Dicken, 2000, p. 276)

Dentro da geografia económica, a geografia do conhecimento⁴³ (Malecki, 2010) e da aprendizagem (Lundvall & Johnson, 1994; Lundvall, 1996 e 2006; Marques, 2004), indissociáveis da geografia da inovação⁴⁴ (Feldman, 1994) e do empreendedorismo (Malecki, 2021) são ainda mais sensíveis à dimensão territorial (Feldman & Kogler, 2010).

Atendendo ao facto de que a inovação é um processo económico e social, isso significa que é um processo com dimensão geográfica (Feldman, 2000a). A perspetiva *neo-Shumpeteriana*, ao colocar os sistemas de inovação no centro da análise, isto é, a exploração, temporalmente dinâmica, das interações entre os atores-chave do processo de inovação e as instituições desse sistema (Wolfe, 2011), acentua o carácter territorial, ora sublinhando a escala nacional de análise (sistema nacional de inovação), ora sublinhando a escala regional (sistema regional de inovação), e integrando a escala internacional (rede internacional de inovação) (Coe & Helpman, 1995; Coe & Bunnell, 2003).

Num trabalho de síntese sobre a investigação no campo da geografia da inovação, Feldman e Kogler (2010) concluem que a inovação tem maior tendência para se concentrar geograficamente do que a simples produção e apontam oito factos que consideram demonstrados no campo de investigação da geografia da inovação: (i) a inovação está espacialmente concentrada; (ii) a geografia proporciona uma forma de organizar as atividades económicas; (iii) todos os lugares não são iguais; (iv) o *spillover* do conhecimento está geograficamente localizado; (v) o *spillover* do conhecimento é diferenciado, subtil, penetrante e difícil de medir; (vi) as universidades locais são necessárias mas não são suficientes para a

⁴² Os trabalhos desenvolvidos ou editados por Storper e Scott (1992); Amin e Thrift (1995); Storper, Thomadakis e Tsiouri, (1998); Amin e Thrift (2004); Gertler (2004), Fernandes (2004); Coe, Kelly, & Yeung, (2007); Dicken (2011); Coenen e Kevin, (2020); Chaminade, Martin e McKeever (2021); Marques (2004) são apenas alguns dos muitos exemplos que contribuem para a construção desta interpretação dos lugares na nova geografia económica.

⁴³ Área de investigação que explora as “spatial manifestations of knowledge” (Malecki, 2010, p. 493).

⁴⁴ Área de investigação que “describes the importance of proximity and location to innovative activity” (Feldman & Kogler, 2010, p. 381).

inovação; (vii) a inovação beneficia do *buzz* local e dos *pipelines* globais; (viii) os lugares da inovação são definidos ao longo do tempo por um processo evolucionista.

A força, sobretudo no domínio das políticas territoriais de inovação, que adquiriram os modelos territoriais de inovação (Moulaert & Sekia, 2003) (distritos industriais, meios inovadores, *clusters*, novos espaços industriais, sistemas regionais de inovação) contribuíram para uma visão por vezes excessivamente localista ou regionalizada destes processos. Ambos estes excessos têm merecido críticas, apontando-se a necessidade de atender a outras dimensões da proximidade e a outras escalas geográficas das relações (Amin & Thrift, 1992; Boschma & Frenken, 2006; Vale & Caldeira, 2007; Vale, 2009 e 2012; Binz & Truffer, 2017 e 2020; Coenen & Kevin, 2020; Chen & Hassink, 2020), sem que tal signifique uma sobrevalorização ou uma subvalorização do papel do território (Morgan, 2004; Torre, 2008; Binz, Truffer, & Coenen, 2014; Asheim, 2020). Existe, no entanto, um consenso: a forma como o conhecimento é criado e se difunde, os processos de aprendizagem interativa e a geografia da inovação são temas que continuam em aberto e a necessitar de investigação (Malecki, 2010 e 2021; Coenen & Kevin, 2020).

Assim, o presente capítulo estrutura-se da seguinte forma. Começa por debater a proposta conceptual de abordagem da geografia económica relacional, seguindo-se o debate em torno do carácter multidimensional da proximidade nos processos de produção e difusão do conhecimento e inovação e a hermenêutica das redes. Nos subcapítulos seguintes, centra-se a exploração teórica no espaço geográfico, começando pelo espaço relacional de proximidade (escala local/regional), passando pelo espaço relacional intermédio (escala nacional) e terminando no espaço relacional transnacional/global, que na essência corresponde à dimensão multiescalar/interesalar, dado que as redes globais têm amarração em territórios concretos à escala local e são condicionadas pela estrutura institucional à escala nacional.

Ao longo dos subcapítulos, existe a preocupação de elaborar uma síntese exploratória da literatura que se foca especificamente na inovação dirigida à saúde humana, dado que é esse o caso de estudo que será posteriormente desenvolvido.

Em síntese, o objetivo é explorar os lugares, indissociáveis dos fluxos que perfuram as diferentes escalas geográficas e conectam os lugares mais ou menos distantes, procurando compreender os processos que possibilitam a aprendizagem, a produção de conhecimento e a inovação através do espaço geográfico, mas com implicações concretas nos lugares de

amarração das ligações, numa lógica relacional onde os nós (lugares) e as ligações (fluxos) são mutuamente constitutivos.

3.2. A geografia económica relacional

Os antecedentes da geografia económica relacional estão na tese das relações sociais da produção que sustentou a abordagem da geografia económica radical nas décadas de 1970 e de 1980. Contestando a racionalidade do neopositivismo, a geografia radical aponta como causa do desenvolvimento desigual as estruturas sociais preexistentes e a subsequente divisão do trabalho. Esta elaboração está presente, por exemplo, nos trabalhos de Massey (1995), Storper e Walker (1989) e Harvey (1989 e 2004). No entanto, embora sublinhando a construção social do território e da economia, a abordagem relacional procura evitar o determinismo estrutural da geografia radical através da adoção do pensamento relacional (Yeung, 2005).

O processo de conceptualização do espaço começou por imaginar o espaço como absoluto⁴⁵, passou por uma conceptualização relativa⁴⁶ e acerca-se duma conceptualização relacional (Jones M., 2009, p. 491)

O pensamento relacional contagia a investigação na geografia económica, começando a constituir-se como um corpo paradigmático de investigação alternativo à geografia económica neopositivista, à institucional e à evolucionista (Quadro 20).

⁴⁵ O espaço é conceptualizado a partir do idealismo *kantiano*: tem existência própria, independentemente da existência de outros objetos e relações. “Space is a discrete and autonomous *container*” (Jones M., 2009, p. 489). É o espaço Euclidiano puro.

⁴⁶ O espaço é conceptualizado a partir da teoria da relatividade de Einstein: por um lado, é relativo face a outros objetos ou processos no espaço-tempo e, por outro lado, a localização dos objetos é transitória, no sentido em que as relações ou distâncias mudam a partir da conjugação espaço-tempo. “A point in space thus becomes an event or moment in spacetime” (Jones M., 2009, p. 490).

Quadro 20: Síntese das características da geografia económica relacional

Caraterísticas	
Conceptualização do espaço	<ul style="list-style-type: none"> • Sublinha a necessidade de superar a posição dicotómica entre uma visão excessivamente localista e uma visão globalizante desterritorializada (Dicken, Kelly, Olds, & Yeung, 2001; Bathelt & Glückler, 2003); • Reconhece que os territórios individualmente, sejam nações (escala nacional) sejam cidades ou regiões (escala local/regional), têm significância particular e exibem diferenças em termos de dinamismo, competitividade e especialização (Dicken, 2001); • Assentar numa nova ontologia heterotópica da relação dos lugares/espaço, em que os lugares só são compreendidos quando interpretados de forma relacional com os outros lugares (Amin, 2001 e 2007); • Encara o espaço como topográfico, composto pelas redes de atores com comprimento e duração variáveis, assim como por práticas diversificadas (Amin, 2001 e 2007); • Concebe os lugares como topológicos, isto é, o espaço local reúne diferentes escalas de práticas e de ação social (Amin, 2001, 2004 e 2007); • Interpreta a constituição das regiões e dos lugares através de uma interpretação da espacialidade fluída, justaposta (cultural, económica e política), porosa, relacional e conecta (Amin, 2004); • Interpreta o sistema de inter-relações enquanto um sistema aberto (Bathelt & Glückler, 2003; Boggs & Rantisi, 2003) • Sublinha o papel da proximidade relacional como mecanismo de criação de constelações multiescalares de colaboração, aprendizagem e inovação (Boggs & Rantisi, 2003); • Encara a ação económica e a inovação embebidas na estrutura das relações sociais e conceptualizadas como processos específicos do contexto (Bathelt & Glückler, 2011; Glückler & Panitz, 2021), situando os atores económicos no contexto da dinâmica das relações sociais e institucionais (<i>embeddedness</i>) (ponte com a abordagem institucional) (Bathelt & Glückler, 2003; Boggs & Rantisi, 2003); • Considera a natureza dependente do trajeto das relações, das decisões, das rotinas, dos negócios e das práticas sociais, construídas ao longo do tempo (ponte com a abordagem evolucionista) (Boggs & Rantisi, 2003; Bathelt & Glückler, 2003, 2011 e 2018); • Considera os processos económicos e de inovação contingentes, na medida em que as estratégias e as ações dos agentes estão sempre em aberto e não estão predeterminadas e a inovação é um sistema aberto, logo imprevisível (Bathelt & Glückler, 2003 e 2011; Glückler & Panitz, 2021); • Considerar os atores sujeitos interdependentes, cuja identidade e recursos são cocriados pelas suas relações (Boggs & Rantisi, 2003; Bathelt & Glückler, 2005); • Admite a possibilidade de diferentes geometrias relacionais, por via da conjugação de cinco propriedades – complementaridade, especificidade, indivisibilidade, interconetividade e interdependência – produzindo diferentes tipos de tendências espaciais e formas de poder (Yeung, 2002 e 2005); • Sustenta as políticas regionais numa ontologia que encara as regiões como lugares de heterogeneidade justaposta com grande proximidade espacial e como lugares de múltiplas geografias de filiação, ligações e fluxos (Amin, 2004); • Relaciona a competitividade com a diversidade e a diferença (Ettlinger, 2001).
Métodologia de análise	<ul style="list-style-type: none"> • Sustenta a análise numa estrutura heurística composta por quatro categorias centrais – organização, evolução, inovação e interação (Bathelt & Glückler, 2003 e 2011); • Promove uma mudança metodológica da análise, deslocando o foco do nível macro (ex. instituições e estrutura regulamentar) para o nível micro (os agentes e as suas inter-relações) (Ettlinger, 2003; Boggs & Rantisi, 2003; Bathelt & Glückler, 2018); • Privilegia a análise das organizações, particularmente as empresas, não enquanto um ator atomizado (unificado e coerente), mas enquanto unidade que incorpora interesses múltiplos e potencialmente conflitantes (Boggs & Rantisi, 2003); • Assume a utilidade da análise dos indivíduos dentro das organizações e das suas redes formadas interna e externamente (comunidades de prática) e a diversidade de interesses (Boggs & Rantisi, 2003; Bathelt & Glückler, 2018); • Privilegia a análise das relações sociais, colocando uma lente geográfica, (Bathelt & Glückler, 2003), não excluindo <i>a priori</i> nenhuma escala em particular, admitindo assim a fluidez multiescalar (Boggs & Rantisi, 2003); isto é, o espaço como relativo, enquanto perspectiva na busca de explicações para os processos económicos localizados e para as respetivas consequências que nele se materializam, contrariando a visão absoluta do espaço que o coloca como objeto principal (Bathelt & Glückler, 2011 e 2018); • Procura integrar os diferentes espaços e escalas dos processos de inovação através de uma abordagem em rede, onde se explora a forma como os atores operam, ao longo do tempo, através das diferentes escalas geográficas (Bunnell & Coe, 2001); • Reconhece capacidade explicativa às inter-relações entre os atores e às suas práticas consequentes (Boggs & Rantisi, 2003); • Aplica uma perspectiva geográfica na formulação das questões sobre as relações que sustentam os processos cada vez mais complexos de origem e desenvolvimento da inovação (Bathelt & Glückler, 2003) (Bathelt & Glückler, 2011); • Considera a utilidade da conjugação de metodologias qualitativas e quantitativas que possibilitem observar as interações sociais (Bathelt & Glückler, 2011; Glückler & Panitz, 2021).
Temáticas de estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Explora as raízes geográficas da vida socioeconómica, isto é, a sobreposição das diferentes relações entre os atores e os processos de mudança gerados por essas relações (Boggs & Rantisi, 2003; Yeung, 2005), centrando os estudos na aprendizagem institucional, nas interações criativas, na inovação económica, e na comunicação interorganizacional

(Bathelt & Glückler, 2011);

- Identifica a geometria relacional que possibilita o desenvolvimento e que envolve simultaneamente os atores (locais e não locais), os ativos (tangíveis e intangíveis), as estruturas institucionais (formais e informais) e as relações interativas de poder (Yeung, 2005);
- Centra-se nos processos de inovação, usando a lente geográfica para explorar as diferentes lugares e escalas geográficas envolvidas, sem determinar ou excluir, *a priori*, qualquer escala de relacionamento (Binz, Truffer, & Coenen, 2014; Bathelt & Glückler, 2018; Glückler & Panitz, 2021);
- Explora as redes de atores, as suas inter-relações e a forma como atuam e interagem através do espaço, situando a inovação económica, enquanto processo social, dentro da estrutura das relações (Boggs & Rantisi, 2003; Bathelt & Glückler, 2003, 2005 e 2011; Glückler & Panitz, 2021);
- Explora a forma como a geografia afeta a formação e mudança das redes e a forma como as redes sociais configuram os lugares e o espaço (Glückler & Panitz, 2021).

Fonte: elaboração própria a partir da bibliografia referida no quadro.

Atendendo ao processo de globalização, Amin (2001) reclama a necessidade de se teorizar as espacialidades da globalização, promovendo uma mudança do discurso escalar e de relativização territorial para uma imaginação do espaço enquanto um processo relacional, que se organiza em redes e que rompe com a linearidade bipolar entre espaço e lugar.

Esta “relational turn” (Boggs & Rantisi, 2003, p. 109) da geografia parte do manifesto de Massey com o coletivo (1999), e do seu apelo ao “relational thinking” (Massey & collective, 1999, p. 12 a 16). Sugerem que a análise se centre nas relações entre os atores e nas estruturas que influenciam as dinâmicas de mudança. As relações são conceptualizadas enquanto relações de poder e não como relações abstratas. Assim, pretende-se produzir pensamento em termos de relações, imaginando o espaço como relacional, fluido e, conseqüentemente, interdependente. Sustenta-se o carácter dinâmico do espaço, sublinhando que o espaço é produzido por um conjunto de relações diferentes. Por outro lado, sublinha-se a diversidade e a diferença na produção do espaço, materializado enquanto espaço vivido por uma multiplicidade de histórias (Massey & collective, 1999).

Nesta linha de imaginação do espaço, Massey (2005) aponta as três principais características da geografia relacional: (i) o espaço como produto das inter-relações; (ii) o espaço enquanto multiplicidade; e (iii) o espaço em constante devir.

Redes, inter-relações, ligações, interdependência, diferença, heterogeneidade, multiplicidade, pluralidade, poder, hierarquia, dinâmica, fluidez são substantivos próprios da imaginação interpretativa da geografia relacional. Nesta narrativa, a imaginação do espaço é produto dum sistema aberto de múltiplas relações: “a space, then, which is neither a container for always-already constituted identities nor a complete closure of holism. This is a space of loose ends and missing links” (Massey, 2005, p. 12).

Enquanto sistema aberto, a narrativa geográfica daqui decorrente resulta da fluidez interescalar e transescalar, por oposição à imagem resultante de análises contidas pelas fronteiras dos lugares: “but maybe space, or geography, does not work like that any more (if it ever did). Maybe places do not lead themselves to having lines drawn around them” (Massey, 2007, p. 13). Ou, recorrendo à expressão de Amin (2004, p. 34), é uma imaginação do espaço geográfico “without prescribed and poscribed boundaries”. Por outro lado, argumenta-se que uma construção espacial limitada pelas fronteiras dos lugares corre o risco de falhar o imaginário da própria identidade do lugar, para o qual também contribuem as relações extralocais (Massey, 2007).

Em termos económicos, a imaginação do espaço que Agnew (1999) propõem é clara quanto à fluidez interescalar:

“Today, however, development is increasingly a process determined by the relative ability of localities and regions within states to organize access to global networks. In this context, understanding power as if it is attached singularly and permanently to state territories makes little or no sense. Many regions and localities now tie directly into global networks which privilege some of them (...) relative to others that are increasingly either disadvantaged by their lack of connectivity (...) or subordinated within the spatial decision of labour implicit in the hierarchy of nodes within global networks (...). This is not to say that it is a planetary economy in which everything that happens anywhere is determined solely by linking to global networks. There are still important local and state-level sources of both economic and political activities. But the emerging world of fragmented space is one in which political power is vested in those organizations and people who control access to global networks of information and finance: the critical medium of the market access regime” (Agnew, 1999, p. 190).

O discurso espacial relacional é criticado por apresentar aparentes contradições ou disjunções. Na argumentação de Jones (2009), o imaginário relacional cria uma relação quase de oposição entre o território e a mobilidade ou a fluidez ou as redes. Numa abordagem ainda mais crítica ao pensamento geográfico relacional, Sunley (2008) aponta vantagens no enquadramento da análise das relações e conexões dentro do paradigma evolucionista e do paradigma institucionalista. Sustenta que tal possibilita reforçar o poder explicativo das redes relacionais a partir da compreensão das relações económicas enquanto práticas e regras institucionais. A crítica à abordagem relacional sustenta-se no facto desta privilegiar as redes e as ligações em detrimento dos agentes e dos nós, fragilizando a capacidade de exploração dos mecanismos causais. Esta dicotomia entre as entidades ou nós e as relações ou ligações próprias do discurso relacional é apontada como um problema, sobretudo por privilegiar as relações e não as entidades (indivíduos, empresas, organizações, ...). A integração dos agentes e dos nós na abordagem relacional implica, na proposta de Sunley (2008), considerar que as redes refletem o efeito de *embeddedness* cognitivo, cultural e político da vida económica que,

consequentemente, refletem o contexto institucional em que estão inseridas e que são dependentes do trajeto de mudança institucional. Estas são ideias centrais nas abordagens institucionais (Boschma & Frenken, 2006). Por outro lado, considera que as redes interorganizacionais e mesmo as redes interpessoais da esfera económica refletem, em parte, as rotinas das organizações que produzem hábitos (Sunley, 2008). Ora, as rotinas organizacionais são o foco da análise evolucionista (Boschma & Frenken, 2006).

A superação das dicotomias e disjunções passa por encontrar um equilíbrio conceptual do espaço enquanto ancoragem e fixação das redes e enquanto espaço fluido e relacional pelo que Jones (2009) sugere que se reconheça a coexistência de estruturas e de fluxos e ainda a natureza evolutiva da espacialidade. Assim, por um lado, a abordagem da geografia económica relacional estabelece pontes com as abordagens próprias da geografia económica institucional, nomeadamente ao reconhecer o papel das instituições na construção das relações socio-espaciais. Na argumentação de Bathelt & Glückler (2011, p. 45): “the relational approach (...) includes individual and collective economic agents, the economic practices and relationships in which they engage, and the role of social institutions at different scales.”

Por outro lado, a abordagem relacional estabelece pontes com a geografia económica evolucionista, ao reconhecer o papel individual e coletivo dos agentes económicos (Bathelt & Glückler, 2011), o papel do tempo histórico, a natureza dependente do trajeto dos processos de inovação económica, e a dinâmica organizacional enquanto manifestação da evolução da estrutura social (Boschma & Frenken, 2006; Bathelt & Glückler, 2011).

Em termos metodológicos a abordagem relacional também considera a utilidade da conjugação de metodologias qualitativas e quantitativas, mais um traço em comum com as abordagens evolucionistas (Bathelt & Glückler, 2011; Glückler & Panitz, 2021). Reconhece-se ainda o papel do pensamento complexo contido nos sistemas adaptativos complexos para captar as dinâmicas de transformação económica, dada a complexidade dos atributos e das relações que se estabelecem entre o comportamento económico, as políticas, as instituições, as organizações, as identidades, entre outros (Martin & Sunley, 2007 e 2011). Jones (2009) argumenta que fixar determinados momentos ou etapas da evolução espaço-temporal e

construir a geografia desses diferentes momentos – o espaço fase⁴⁷ – contribui para ultrapassar algumas das disjunções do imaginário relacional.

Em termos de políticas públicas, Massey (2007) constata que subsiste uma contradição entre a narrativa do espaço relacional e a *praxis* das políticas territoriais contidas dentro de escalas geográficas, cuja superação faz-se pelo imaginário relacional:

“On the one hand space and places are increasingly the product of global flows; on the other hand, we work a politics both official and unofficial that is framed by a territorial imagination and formal structure. (...) It is a dislocation that points above all to a need to build a ‘local’ politics that thinks beyond the local. (...) Actions in one place affect other places. Places are not only the recipients of the effects of global forces, they are (...) the origin and propagator of them to” (Massey, 2007, p. 14 e 15).

A narrativa relacional que se adota neste trabalho considera que as redes são mutuamente constituídas por nós e por ligações e pela dinâmica de ligar, desligar e religar os diferentes nós. Por outro lado, reconhece-se o caráter interescalar e transescalar dos processos de inovação económica, o que obriga a considerar que, em cada escala de análise, existem particularidades e contingências institucionais, bem como regularidades e rotinas organizacionais embutidas no contexto territorial, com influência nos processos relacionais dinâmicos da inovação económica.

3.3. A multidimensionalidade da proximidade

O problema geográfico, isto é, a proximidade e a distância geográfica ou as escalas geográficas envolvidas nos processos de aprendizagem, produção e translação do conhecimento e inovação, é uma questão central nos trabalhos sobre geografia da inovação. No entanto, a proximidade e a distância não são conceitos exclusivos do território, existindo outras dimensões cujas escalas de proximidade ou distância estão relacionadas com o processo de translação do conhecimento, aprendizagem e inovação (Rallet & Torre, 2000; Boschma, 2005; Amin & Roberts, 2008; Torre, 2008; Balland, Boschma & Frenken, 2015; Scherngell, 2021).

Nesta linha de argumentação Lundvall (2010b) propõe quatro dimensões do espaço:

- o espaço económico – remete-nos para a forma como as diferentes atividades económicas estão localizadas no sistema de produção.
- o espaço organizacional – refere-se à integração vertical e horizontal. Uma curta distância organizacional pode substituir a proximidade geográfica e cultural.

⁴⁷ “Phase space is an abstract concept that describes the dynamics and geometry of systems with non-constant parameter being performed within four dimensional space-time.” (Jones M. , 2009, p. 499)

- o espaço geográfico – refere-se à localização das diferentes atividades.
- o espaço cultural – é um conceito multidimensional, correspondendo ao contexto em que ocorrem os processos de comunicação e aprendizagem e em que as pessoas e as organizações efetuam a descodificação da informação. Assim, a diferença cultural pode dificultar ou bloquear a descodificação da informação.

Apesar de catalogar estas quatro dimensões, Lundvall (2010b) considera que estão relacionadas. Esta interpretação é consistente com uma abordagem relacional multidimensional, ao sugerir que a compreensão do papel da proximidade geográfica nos processos de aprendizagem interativa e de produção do conhecimento e inovação deve ser sempre explorada em relação com outras dimensões. É o espaço topográfico e topológico constituído pelas práticas diversificadas da ação social (Amin, 2007).

Nesta mesma linha de argumentação Boschma (2005) distingue cinco dimensões de proximidade: geográfica, social, institucional, cognitiva e organizacional. Estas atuam relacionadas entre si, facilitando os processos de translação de conhecimento, aprendizagem e inovação, ao minorarem a incerteza e os problemas de coordenação.

Também Knoblen e Oerlemans (2006) sublinham que o processo de colaboração interorganizacional se sustenta nas dimensões geográfica, organizacional e tecnológica de proximidade. Por outro lado, Balland, Boschma e Koen (2015) propõem uma abordagem dinâmica às diferentes dimensões de proximidade. Sustentam que a proximidade, nas suas múltiplas dimensões, vai-se reforçando ao longo do tempo, em função das relações de conhecimento passadas (dependência do trajeto). Estas podem ser apreendidas pela análise dos processos de aprendizagem (proximidade cognitiva), integração (proximidade organizacional), dissociação organizacional⁴⁸ / conhecimento pessoal (proximidade social), institucionalização (proximidade institucional), e aglomeração (proximidade geográfica).

O Quadro 21 sintetiza as formas não geográficas da proximidade. O propósito é identificar as situações observadas nos extremos de proximidade e de distância, sendo que a posição teoricamente ótima para potenciar a aprendizagem e a inovação é contingente. Demasiada proximidade ou demasiada distância nas dimensões não geográficas prejudicam ou inviabilizam os processos de aprendizagem e inovação (Boschma, 2005).

⁴⁸ Corresponde aos processos de autonomização das relações pessoais para além do contexto original, passando a perdurarem no tempo por si mesmas. Isto é, as relações perduram mesmo quando os contextos em que se geraram deixam de existir (Balland, Boschma, & Frenken, 2015).

Quadro 21: Dimensões não territoriais de proximidade.

	Cognitiva / Tecnológica		Organizacional		Social		Institucional / Cultural	
Definição	Existência de laços pela partilha de uma base de conhecimento (formas de perceber, interpretar, compreender e avaliar) e de competências (experiências tecnológicas). A dinâmica temporal de reforço da proximidade é proporcionada pela cumulatividade do processo de aprendizagem.		Existência de laços pela partilha de uma base organizacional (dentro ou entre organizações) e de uma mesma estrutura de governação dessas relações, nomeadamente em termos de autonomia e controlo. A dinâmica temporal de reforço da proximidade é proporcionada pelas relações de colaboração (presentes e passadas) em projetos, podendo mesmo originar fusões ou aquisições.		Existência de laços pela partilha de origem, filiação, emoções ou determinados atributos sociais, com influência no <i>embeddedness</i> na equivalência estrutural ⁴⁹ das relações entre os atores num determinado contexto social. A dinâmica temporal de reforço da proximidade é proporcionada pelo <i>embeddedness</i> no contexto social e nas redes interpessoais.		Existência de laços pela partilha de valores institucionais formais (leis e regras) e informais (normas culturais, hábitos, e condutas, crenças, comportamentos e costumes) que se constituem como um sistema institucional (conjunto interdependente de instituições). A dinâmica temporal de reforço da proximidade é proporcionada pela repetição das colaborações.	
	Proximidade	Distância	Proximidade	Distância	Proximidade	Distância	Proximidade	Distância
Mecanismos	Pertença a comunidades epistémicas ou comunidades de prática.	Natureza cumulativa, tácita e localizada do conhecimento gera diferentes bases cognitivas.	Pertença à mesma organização ou esfera organizacional.	Pertença a organizações diferentes e não relacionadas	Amizade, parentesco e outros laços decorrentes da experiência pessoal.	Relações puramente mercantis.	Pertença a um mesmo contexto institucional que permite a partilha das mesmas práticas formais e informais.	Pertença a contextos institucionais diferentes com práticas formais e informais diversas.
Partilha de conhecimento e aprendizagem	Partilha da estrutura cognitiva e de códigos entre emissor e recetor que gera a capacidade de comunicação efetiva, de aprendizagem e de absorção do conhecimento.	Ausência de um nível mínimo de conhecimento comum que impede a comunicação efetiva e criação de pontes com o novo conhecimento.	Partilha da organização e da estrutura hierárquica, das rotinas organizacionais favorece a troca e combinação de conhecimento complexo (tácito) e o respetivo <i>feedback</i> .	Dissidência hierárquica e das rotinas dificultam a criação de relações, dificultando a criação de novos canais de informação e de aprendizagem interativa.	Partilha de linguagem, cultura e confiança que facilitam a comunicação, a troca de conhecimento, a aprendizagem interativa e o compromisso.	Ausência ou dificuldade de interpretação dos símbolos e das linguagens impedindo ou dificultando a aprendizagem interativa e a troca de conhecimento.	Partilha de hábitos, de valores, de regras e do sistema legal são a base da coordenação económica, da estabilidade e da confiança para a aprendizagem interativa e para a inovação.	Falta de coesão institucional formal e informal dificulta a ação coletiva, logo a aprendizagem interativa e a inovação, facilitando a geração de um contexto de desconfiança e oportunismo.
Redes	Laços fortes dentro dum mesmo domínio do conhecimento, área científica, tecnológica ou setor de aplicação.	Laços fracos entre diferentes domínios do conhecimento, áreas científicas, tecnológicas ou setores de aplicação	Laços fortes numa relação hierarquicamente organizada ou dentro de uma rede ou esfera organizacional.	Laços fracos ou ausência de relação entre entidades independentes ou de diferentes esferas organizacionais.	Laços fortes: coesão entre os atores do grupo ou da rede com relações duradouras originando redes fechadas.	Laços fracos cuja duração se dissolve assim que surjam problemas.	Laços fortes dentro de uma comunidade coesa com identidade cultural e regulamentar, originando redes introspetivas.	Laços fracos que dificultam a delimitação de comunidades com coesão cultural e regulamentar.

⁴⁹ “Theoretically, structurally equivalent actors are those with identical (or similar) relations to other actors in the network.” (Mizruchi, 1993, p. 282).

Utilidade	Compreender e aplicar conhecimento resultante de códigos específicos e conhecimento de natureza exclusiva, localizada e de tecnologias emergentes.	Aceder a formas de conhecimento diferente e complementar aumentando o potencial de aprendizagem até ao limiar da capacidade de absorção do conhecimento.	Compreender as hierarquias, a organização e os códigos de comportamento das organizações onde o conhecimento é gerado, facilitando a integração desse mesmo conhecimento.	Proporcionar flexibilidade organizacional.	Gerar relações de confiança, permitir a entrada em comunidades mais exclusivas, facilitar a troca de conhecimento tácito e a aprendizagem interativa interorganizacional e reduzir os custos de transação.	Possibilitar a abertura e flexibilidade organizacional e interorganizacional e a entrada de novos atores e novas ideias.	Proporcionar condições estáveis e mecanismos institucionais para uma transferência de conhecimento efetiva e para uma aprendizagem interativa coletiva que facilita os processos de inovação.	Proporcionar complementaridades institucionais, rompendo a inércia local e possibilitando a entrada de novas ideias e o reajustamento institucional.
Riscos	<i>Lock-in</i> pela redundância e sobreposição da base de conhecimento e <i>Spillover</i> indesejado do conhecimento.	Redução ou nulidade do proveito pela incompreensão que dificulta ou impossibilita a absorção do conhecimento.	<i>Lock-in</i> organizacional e rigidez organizacional condicionando o acesso a novos canais de informação.	Falta de controlo, aumento do risco de oportunismo, da incerteza e dos custos de transação.	<i>Lock-in</i> , reduzindo a aprendizagem interativa e a prestação inovadora ao impedir a entrada de <i>outsiders</i> com novas ideias; Comportamentos oportunistas.	Falta de compromisso e de confiança que prejudica a aprendizagem interativa e a prestação inovadora.	<i>Lock-in</i> pela formação de redes introspectivas e conservadoras, avessas à mudança e à entrada de novos elementos, (inércia e rigidez institucional).	Falta de coesão social, de um sistema comum de valores e fraqueza das instituições formais que prejudica a ação coletiva e a inovação.
Equilíbrio	Distância cognitiva suficiente para evitar o <i>lock-in</i> para aceder ao conhecimento diferente necessário à inovação.	Proximidade cognitiva suficiente para possibilitar uma comunicação, aprendizagem e absorção efetiva necessária à inovação.	Distância organizacional suficiente para garantir a autonomia e a flexibilidade organizacional das redes e o acesso a fontes de informação.	Proximidade organizacional suficiente para garantir o controlo da incerteza e do oportunismo na criação de conhecimento.	Mistura de relações normais de mercado para contrariar a fraqueza das ligações fortes permitindo manter as organizações alerta, abertas e flexíveis.	Mistura de relações <i>embedded</i> para facilitar a aprendizagem interativa.	Maior abertura e flexibilidade institucional para proporcionar oportunidades aos recém-chegados e possibilitar o aparecimento de novas instituições.	Maior estabilidade institucional para reduzir a incerteza e o oportunismo.

Fonte: elaborado a partir dos trabalhos de Boschma (2005), Knobens e Oerlemans (2006), Amin e Roberts (2008), Torre (2008), Fontes, Sousa e Videira (2009), Lundvall (2010b), Balland, Boschma e Frenken (2015 e 2020), Davids e Frenken (2018) e Scherngell (2021).

Assim, a proximidade ótima será nem demasiado próximo nem demasiado distante (Fitjar, Huber, & Rodríguez-Pose, 2015). Se a proximidade geográfica pode representar um papel transversal no doseamento e equilíbrio dos extremos opostos daquelas dimensões (Boschma, 2005), a proximidade relacional abre outras oportunidades para explorar geografias relacionais variadas entre os extremos de proximidade e distância nestas diferentes dimensões (Amin & Roberts, 2008), sendo que as outras dimensões de proximidade podem funcionar como mecanismos de substituição, em que a distância geográfica pode ser compensada por outras dimensões de proximidade (Fitjar, Huber, & Rodríguez-Pose, 2015). Não é só a proximidade geográfica que pode ser compensada, mas a falta de proximidade numa qualquer dimensão pode ser compensada pelo reforço de proximidade noutras dimensões (Hansen, 2014; Hardeman, *et al.*, 2015). O papel das outras dimensões de proximidade também é variável em função das esferas institucionais envolvidas nos processos de inovação, desempenhando a proximidade social e cognitiva um papel importante nomeadamente na mútua compreensão entre as organizações da esfera institucional da universidade e as organizações da esfera institucional das empresas (Lauvås & Steinmo, 2021).

Por outro lado, a importância de cada dimensão de proximidade é variável em função do conhecimento base em que se enraíza a inovação e do estágio de desenvolvimento da própria inovação (Davids & Frenken, 2018). O Quadro 22 faz a síntese desta triangulação.

Quadro 22: Conhecimento base e proximidade por estágio da inovação.

		Investigação	Desenvolvimento	Comercialização
Conhecimento base	<i>Analítico</i>	Alto	Variável	Baixo
	<i>Sintético</i>	Variável	Alto	Variável
	<i>Simbólico</i>	Baixo	Variável	Alto
Proximidade	<i>Geográfica</i>	Baixo	Alta	Alta
	<i>Cognitiva</i>	Alto	Baixa	Baixa
	<i>Social</i>	Variável	Variável	Variável
	<i>Institucional</i>	Alto	Alta	Alta
	<i>Organizacional</i>	Baixo	Alta	Baixa

Fonte: retirado de Davids & Frenken (2018, p. 31) (tradução própria).

Esta matriz resulta de um único caso de estudo, uma limitação assumida pelos autores, mas serve o propósito heurístico para o desenvolvimento de outros casos de estudo e para demonstrar a visão dinâmica de como as redes de inovação podem variar ao longo do processo de inovação quanto à conjugação de diferentes tipos de proximidade (Davids & Frenken, 2018). Isto é, a proximidade relacional que se estabelece em função de outras

dimensões de proximidade também depende do conhecimento base envolvido e do estágio em que se encontra o processo de inovação. Assim, o próximo subcapítulo foca-se no papel desempenhado pela proximidade relacional.

3.4. Heurística das redes: a proximidade relacional na geografia da inovação

Uma rede, numa conceção abrangente, “it is a *generic* form of social organisation” (Dicken, 2004, p. 5). Tal significa que a realidade social se estrutura em diferentes tipos de redes, com estruturas e tipologias diferentes.

As redes são uma estrutura que possibilita a aprendizagem interativa, a difusão de conhecimento e, conseqüentemente, os processos de inovação, pelo que se pode desenvolver uma geografia das redes de inovação (Liu, Chaminade, & Asheim, 2013).

A análise de redes na geografia tem as suas origens na década de 1950, mas ganhou um novo impulso mais recentemente e afastou-se da tentação de procurar teorias universais para se focar no objetivo de compreender como se desenvolvem, de forma desigual, as redes através do espaço, a diferentes escalas, e nos contextos específicos dos lugares (Uitermark & Meeteren, 2021).

A proposta heurística de Dicken (2004) para analisar a geografia económica da globalização sustenta-se numa estrutura de pensamento configurada em rede global de produção. Esta estrutura em rede é apontada como capaz de considerar o carácter *embedded* dos processos espaço-temporais, cujas trajetórias evolucionistas são dependentes do trajeto e contingentes, e de considerar o espaço como relacional e multiescalar.

Em termos de desenvolvimento económico, Henderson, *et al.* (2002) consideram que as dinâmicas de desenvolvimento de um determinado lugar passam pela compreensão da forma como este é transformado pelos fluxos de capital, trabalho, conhecimento, poder, entre outros tipos de fluxos, e ao mesmo tempo as instituições e o tecido social dos lugares também transformam esses fluxos à medida que eles se localizam em determinados domínios específicos do lugar. Daí sugerirem que as análises se centrem nos fluxos, nos lugares e nas relações dialéticas que entre eles se estabelecem, isto é, que as análises se centrem nas redes: “we find a discourse of networks to be more inclusive, empirically adequate and thus more analytically fertile” (Henderson, *et al.*, 2002, p. 445).

Ao argumentar teoricamente o conceito das redes globais de produção Bunnell e Coe, (2001) apontam como exemplo a forma complexa como determinado conhecimento chave circula para sustentarem a adoção da arquitetura cognitiva das redes que possibilita uma exploração mais complexa da geografia social, no sentido em que admite que os agentes localizados numa variedade de lugares possam ser vistos em conjunto a influenciar um determinado processo de produção:

“We suggest that networks, with their associated attributes of connectivity, reciprocity, embeddedness and power relations need to be brought to center stage. Tracing networks can assist in identifying the threads that both bind and link together particular *clusters* and nodes of activity, thereby creating different ‘scales’ or territorializations of activity” (Bunnell & Coe, 2001, p. 578).

Por outro lado, Coe e Bunnell (2003), Binz, Truffer e Coenen (2014) e Binz e Truffer (2017) sugerem que, em alternativa a uma análise das redes limitada, *a priori*, a uma determinada escala geográfica, se faça uma abordagem centrada nas redes, permitindo assim que sejam as propriedades relacionais dos atores a identificar as escalas geográficas relevantes através das quais essas relações se estabelecem. Segundo esta tese, a exploração analítica do “knowing in action” (Amin & Roberts, 2008, p. 353) deve fundar-se no pensamento em rede para analisar separadamente a proximidade/distância relacional da proximidade/distância geográfica, e assim se obter uma melhor compreensão dos processos multiescalares de aprendizagem, produção de conhecimento e de inovação (Tranos, 2021).

Em síntese, pode-se concluir que as redes exibem propriedades analíticas e explicativas da realidade complexa da geografia económica em geral e da geografia da inovação em particular. O Quadro 23 faz um resumo das propriedades hermenêuticas das redes.

Pelo exposto, há a necessidade de explorar a dimensão multiescalar das redes, para incluir na análise as redes extralocais e as redes externas a cada organização. Estas têm sido subestimadas pela literatura quando comparadas com a atenção dada à análise focada nas redes locais contidas num distrito industrial, num *cluster*, num sistema regional de inovação ou num meio inovador. No entanto, segundo esta abordagem, a análise multiescalar não passa pela desvalorização das redes locais e regionais e da proximidade geográfica Amin e Roberts, (2008), Coe e Bunnell (2003) e Capello (2020) sustentam que a inovação é melhor conceptualizada se atendermos ao facto de que ela ocorre através de uma variedade de combinações de redes relacionais intra e inter-regionais, intra e interorganizacionais.

Quadro 23: Propriedades hermenêuticas das redes para a análise da inovação económica.

Propriedades hermenêuticas	
Identificar a diversidade de atores	<ul style="list-style-type: none"> • Para além dos atores empresariais, permite capturar os outros atores envolvidos enquanto parte constituinte das redes.
Desenvolver abordagem dinâmica	<ul style="list-style-type: none"> • Tal como a realidade socioeconómica é dinâmica, também as próprias redes estão em constante devir e fluxo, sendo altamente variáveis e contingentes, logo incorporam a contingência e variabilidade temporal. • Esta propriedade dinâmica das redes permite explorar a dependência do trajeto da realidade socioeconómica dos lugares.
Obter uma visão relacional multidimensional	<ul style="list-style-type: none"> • O elemento central das redes é permitirem a análise das relações, o que possibilita a análise do processo social e económico como realidades entrelaçadas e indissociáveis. Tal significa que a estrutura de análise suportada pelo pensamento das redes compreende a exploração da realidade socioeconómica atendendo ao <i>embeddedness</i> territorial (as configurações e variedades das convenções e de instituições específicas de cada um dos lugares), uma vez que as próprias redes estão <i>embedded</i> no território. • A abordagem estruturada em torno do pensamento em rede possibilita uma compreensão mais dinâmica das relações multidirecionais e da grande complexidade e variedade das relações geográficas que se estabelecem.
Compreender realidades complexas	<ul style="list-style-type: none"> • As redes refletem a complexidade da natureza estrutural e relacional das relações socioeconómicas.
Estruturar visões sistémicas	<ul style="list-style-type: none"> • As redes incorporam a complexidade interativa dos processos socioeconómicos, atendendo à diversidade de atores envolvidos, à diversidade de relações e à reciprocidade dessas relações.
Explorar a proximidade relacional	<ul style="list-style-type: none"> • em linha com a argumentação da geografia económica relacional, nomeadamente ao centrar-se a análise na dinâmica das relações entre os agentes, a adoção da estrutura de pensamento em rede explora a proximidade relacional e faz a distinção entre as causas e os efeitos da proximidade geográfica e as causas e os efeitos da proximidade relacional.
Explorar as especificidades espaciais	<ul style="list-style-type: none"> • As redes capturam as configurações geográficas específicas, atendendo à intensidade e extensão dos elementos que as compõem e às ligações entre eles, incorporando a contingência e a variabilidade territorial – umas são geograficamente extensas, outras são geograficamente mais localizadas; umas são grandes outras são pequenas; umas têm uma grande variedade de atores, outras restringem-se a um determinado perfil de atores, etc. Associando a variabilidade e contingência espaço-temporal, capturam simultaneamente a natureza <i>embedded</i> e dependente do trajeto da realidade socioeconómica do território.
Explorar a geografia relacional	<ul style="list-style-type: none"> • As redes possibilitam obter uma visão relacional, não apenas entre os atores das redes, mas também entre as múltiplas escalas territoriais das relações efetuadas entre esses atores, permitindo diferenciar os efeitos da proximidade relacional dos da proximidade geográfica.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Henderson, *et al.* (2002), Coe, *et al.* (2004), Dicken (2004), Coe, Dicken e Hess (2008), Amin e Roberts (2008), Bathelt e Glückler (2011), Bathelt e Turi (2011), Binz, Truffer e Coenen (2014), Binz e Truffer (2017), Hassink, Isaksen e Trippel, (2019), Glückler e Panitz (2021), Uitermark e Meeteren (2021), Tranos (2021) e Feldman e Langford (2021).

Assim, a proximidade relacional, proporcionada pelo envolvimento em múltiplos tipos de redes é apontada como essencial para a produção e difusão do conhecimento e da inovação económica (Amin & Cohendet, 2004; Amin & Roberts, 2008; Neuländtner & Scherngell, 2020; Ascani, *et al.*, 2020). Bathelt e Glückler (2011) e Bathelt e Turi (2011) apontam mesmo a proximidade relacional, constituída por relações fortes com amigos, colegas, outras empresas ou departamentos empresariais localizados de forma dispersa, como tendo o mesmo efeito da proximidade geográfica, graças às constantes comunicações tecnologicamente mediada ou a encontros cara-a-cara temporários que possibilitam o *spillover* do conhecimento. Isto leva-nos ao outro argumento central sobre o poder explicativo do pensamento em rede: permite distinguir a proximidade geográfica da proximidade relacional (Amin & Cohendet, 2004; Amin

& Roberts, 2008; Neuländtner & Scherngell, 2020). Amin e Cohendet (2004) consideram mesmo que a proximidade relacional é a principal responsável pelos processos de aprendizagem. A imaginação do espaço que retratam é explícita quanto à importância do espaço relacional, dado que nem a proximidade geográfica garante a proximidade relacional, nem a distância geográfica impede a proximidade relacional:

“We suggest the possibility of imagining spaces of knowing topologically, where the folds and undulations of lines drawn as contours bring into close proximity sites that might appear distant and unconnected on a linear plane, and that also allow the possibility of no relational links between co-located sites. We propose, against a geography of scalar nesting, a map of knowledge practices as tracings in criss-crossing and overlapping networks of varying length and reach, thus allowing an understanding of individual sites as a node of multiple knowledge connections of varying intensity and spatial distance, as a place of trans-scalar and non-linear connections, and as a relay point of circulating knowledges that cannot be territorially attributed with any measure of certainty or fixity. This is an important dimension of spatiality that we wish to add to the rich vein of work that has grown in economic geography on the territorial moorings of knowledge.” (Amin & Cohendet, 2004, p. 92 e 93).

Esta ontologia espacial proposta por Amin e Cohendet (2004) alicerça-se na proximidade relacional e social para sustentar que a proximidade local, apoiada em contactos cara-a-cara e em ligações locais, não é a única opção para que as comunidades (de prática ou epistémicas) ou as organizações desenvolvam os processos de aprendizagem. Aliás, são cada vez mais os estudos que evidenciam que as fronteiras destas comunidades ou organizações podem estender-se a outras escalas relacionais mais distantes (ver por exemplo Ascani, Bettarelli, Resmini, & Balland, 2020; Binz & Truffer, 2017; Binz & Truffer, 2020). Amin e Cohendet (2004) aprofundam ainda mais a argumentação, apontando que a rica ecologia relacional local que emerge em certas aglomerações específicas (recorrem aos exemplos de *Silicon Valley* e do *Soho*) se devem precisamente à sua elaborada estrutura relacional, transnacional e multidimensional (negócios, famílias, amigos, comunidades epistémicas, comunidades de prática, comunidades culturais ...). Nesta argumentação, as fronteiras da aprendizagem e da inovação estendem-se até onde alcançarem as ligações das comunidades de prática e epistémicas, até onde alcançarem os *pipelines* de conhecimento, até onde alcançarem as redes de valor do sistema distribuído das organizações, até onde alcançarem as possibilidades de mobilidade e de circulação (Amin & Cohendet, 2004), particularmente se as ligações se estabelecerem com lugares que forneçam capacidades complementares (Balland & Boschma, 2021).

Nesta dinâmica relacional, as múltiplas dimensões da relacionalidade sobrepõem-se, cada uma com contornos variáveis, configurando a topografia do espaço e, em conjunto, formam uma ecologia relacional do conhecimento e inovação com fronteiras geográficas

variadas e temporalmente dinâmicas. A sustentar esta ontologia espacial da proximidade relacional estão a conjugação de um rol de mecanismos que vão desde a proximidade cognitiva, social e cultural própria de comunidades (de prática, epistémicas, culturais, étnicas, ...), passando pelas elaboradas redes de comunicação; pelas comunidades virtuais; pela arquitetura organizacional das corporações; pelas viagens e mobilidade individual ou de equipas e conseqüentes oportunidades temporárias de interação cara-a-cara; incluindo ainda os mecanismos de aprendizagem mais localizados como o *spillover* local do conhecimento, o contexto institucional regional e nacional e respetivas infraestruturas e as redes globais de comunicação (Amin & Cohendet, 2004).

Convém, no entanto, sublinhar que a investigação sustentada nas redes tem limitações quanto à capacidade de descrição e explicação dos processos de aprendizagem e inovação, uma vez que estes processos não se fazem apenas por mecanismos interativos. Há processos não interativos (ex. observação, imitação) que contribuem para a aprendizagem e para a inovação, pelo que as narrativas das redes não devem ambicionar respostas universais, mas devem permanecer abertas ao pluralismo metodológico (Glückler & Panitz, 2021).

No entanto, os principais condutores sociais dos processos de aprendizagem, criação de conhecimento e inovação por via da proximidade relacional são as comunidades do conhecimento (de prática e epistémicas). Amin e Roberts (2008) ao explorarem diferentes comunidades de criação de conhecimento e inovação,⁵⁰ constatam que existem diferenças quanto às formas de organização, aos processos de criação de conhecimento, às dinâmicas espaciais e aos resultados da inovação, sendo que cada uma destas comunidades gera formas de proximidade relacional entre os seus respetivos membros, mas nem sempre isso requer proximidade geográfica elevada e/ou duradoura.

De seguida, faz-se uma exploração das características das comunidades de prática e das comunidades epistémicas⁵¹ para explorar os mecanismos de criação de conhecimento e inovação possibilitados por estas formas de proximidade relacional.

⁵⁰ Amin e Roberts (2008) exploram as seguintes comunidades: comunidades baseadas em ofícios e tarefas; comunidades epistémicas ou altamente criativas; comunidades profissionais; e comunidades virtuais.

⁵¹ Existem outros mecanismos organizacionais e pessoais de criação de proximidade. A título de exemplo, um dos mecanismos de interação interorganizacional à distância nos processos de inovação é precisamente as redes de produção, que podem atingir a configuração espacial de redes globais. Neste âmbito, a maioria da literatura sobre os processos de interação geograficamente distante nos processos de inovação centra a análise nas empresas transnacionais (ETNs), apontando-as como as principais organizações dentro das quais se estabelecem canais de ligação entre os diferentes sistemas regionais de inovação de diferentes territórios nacionais, estabelecendo também canais de ligações para fora da organização, com outros atores chave (Liu, Chaminade, & Asheim, 2013). Ultimamente têm surgido vários trabalhos que destacam o seu papel na transferência de conhecimento para os

3.4.1. Comunidades de prática e comunidades epistémicas

Há falta de consenso quanto à classificação das comunidades epistémicas como um subgrupo dentro duma denominação aglutinadora de comunidades de prática (Amin & Roberts, 2008) ou como uma categoria autónoma de aprendizagem, acumulação e difusão de conhecimento (Haas, 1992; Lazaric & Thomas, 2006; Nooteboom, 2008; Carayannis, Pirzadeh & Popescu, 2012). Pela análise da literatura constata-se que as comunidades de prática e as comunidades epistémicas exibem características semelhantes, mas também características específicas que as convertem em formas distintas de aprendizagem, produção, acumulação e difusão de conhecimento e inovação (Quadro 24 A e B).

países em desenvolvimento (Pietrobelli & Rabellotti, 2011; Saliola & Zanfei, 2009). O papel das ETNs na “global shift” é detalhadamente explorado por Dicken (2011), caracterizando estas corporações como “networks within networks, structured through a myriad of complex relationships, transactions, exchanges and interactions within their own internal corporate network and between that network and those of the other key actors with whom TNCs must interact” (Dicken, 2011, p. 121). Não sendo as ETNs o objeto de análise deste trabalho, não se explora detalhadamente este veículo facilitador das relações geograficamente distantes. Ainda assim é conveniente sublinhar que mesmo as ETNs estão sujeitas aos processos de *embeddedness* territorial, como claramente explicita Dicken (2011, p. 122): “TNCs are ‘produced’ through an interactive process of embedding in which the cognitive, cultural, social, political and economic characteristics of the national home base continue to play a dominant part.” Por outro lado, as redes globais de produção das ETNs também se organizam à escala regional para beneficiarem de economias de escala, flexibilidade, rapidez, personalização e adaptação às especificidades culturais regionais e nacionais (Dicken, 2011). Este sublinhado pretende descartar desde já uma abordagem assente no mito de que as redes globais pairam sobre os lugares concretos, sem que tenham necessidade de neles se enraizarem para beneficiarem das especificidades e externalidades aí localizadas e sem que sejam influenciadas e influenciem esses mesmos lugares de amarração.

As comunidades transnacionais ou o transnacionalismo são outro mecanismo, neste caso de interação interpessoal geograficamente distantes nos processos de inovação (Coe & Bunnell, 2003). A literatura sobre comunidades transnacionais considera que os migrantes internacionais possibilitam o estabelecimento de ligações geograficamente distantes pelo facto de manterem um vínculo com os seus lugares de origem (Coe & Bunnell, 2003). A tese do multiculturalismo é sustentada pela ideia de que a proximidade cultural e institucional dos migrantes com os seus lugares de origem permite superar a distância geográfica entre os lugares de chegada e os de origem: “transnationalism can be thought of as the process by which immigrants forge and sustain multi-stranded social relations that link together their societies of origin and settlement” (Coe & Bunnell, 2003, p. 448). Por exemplo, a mobilidade dos cientistas é uma realidade cada vez mais intensa, pelo que este mecanismo de interação e translação do conhecimento à distância não deve ser ignorado quando se analisam os processos de I&D. No entanto, como Coe e Bunnell (2003) reconhecem, este tipo de redes não fazem parte de todos os sistemas de inovação e nem sempre a presença deste tipo de redes, por si só, garante a emergência de atividades de inovação.

Quadro 24 (A): síntese das características das comunidades de prática e das comunidades epistémicas.

	Comunidades de prática	Comunidades epistémicas
Definição	São um mecanismo social de criação, manutenção e transferência de conhecimento e inovação, constituído por um conjunto de atores relacionados pelas interações do dia-a-dia, baseados numa mesma especialidade, num conjunto de conhecimentos tecnológicos e experiências similares ou relacionadas e detentores de um conjunto de técnicas específicas de resolução dos problemas.	São um mecanismo social de produção e transferência de conhecimento e inovação, constituído por um conjunto de atores que partilham a mesma visão do mundo (episteme), com competências especializadas num domínio específico e com autoridade reconhecida na produção e validação do conhecimento nesse domínio (crenças analíticas e normativas comuns) e comprometidos com a produção de conhecimento num conjunto de questões mutuamente reconhecidas (interesse comum).
Conhecimento partilhado / produzido	São um <i>locus</i> de desenvolvimento de conhecimento eminentemente prático, do tipo <i>know-how</i> e <i>know-who</i> , dirigido à resolução de problemas práticos (conhecimento base sintético e simbólico) com uma forte dimensão tácita. Cada comunidade cria diferentes rotinas, convenções e formas organizacionais. Cada comunidade de prática serve, acima de tudo, como unidade de <i>exploitation knowledge</i> , dada a grande proximidade cognitiva e o foco num aspeto concreto.	São um <i>locus</i> organizado para desenvolver conhecimento em torno de projetos exploratórios específicos e em contextos de grande complexidade e incerteza (<i>exploration knowledge</i>) com capacidade criativa para fazerem emergir conhecimento, promoverem aprendizagens e difundirem esse conhecimento, sejam conhecimentos académicos, artísticos (visuais, performativos, design, publicidade), de <i>software</i> , de comunicação, etc. (conhecimento base analítico, sintético e simbólico). Promovem a codificação do conhecimento e validam e disseminam esse conhecimento.
Processos de aprendizagem e inovação	Processo coletivo (sem consciência de comunidade), sendo através da prática que se desenvolvem a compreensão partilhada sobre o que fazem, como fazem e como é que isso se relaciona com outras comunidades e com outras práticas. Assim o processo de produção de conhecimento surge do relacionamento mútuo, como a interação cara-a-cara duradoura e/ou temporária, e por via de outras formas partilhadas de interação, como os contactos indiretos através, por exemplo, de canais <i>open source</i> e de outras formas de proximidade virtual ou tecnologicamente mediada, possibilitado pela e possibilitando a partilha de linguagens e atitudes. As interações possibilitam ainda produzir conhecimento sobre outros atores e sobre as suas competências (<i>know-who</i>). Está mais próximo do modo <i>DUI</i> de inovação.	Processo coletivo e intencional (com consciência de comunidade), com capacidade de validação do conhecimento produzido pelos membros da comunidade, havendo, <i>a priori</i> , partilha de crenças e normas, valores ou noções de validação, reforçadas pela reputação destas comunidades ou de alguns dos seus membros. O processo de produção e validação surge da aplicação de metodologias das ciências naturais e sociais (<i>know-why</i>) e de métodos analíticos e técnicos apropriados às disciplinas ou às profissões incluídas em cada comunidade (<i>know-how</i>). O prestígio da comunidade ou de alguns dos seus especialistas (<i>know-who</i>) influencia a difusão do conhecimento fundamental (conhecimento analítico), das práticas (conhecimento sintético) e a mudança nas crenças e valores (conhecimento simbólico) podendo obter um alcance global. Está mais próximo do modo <i>STI</i> de inovação.
Redes	Redes de indivíduos com um certo nível de conhecimento comum, construídas em torno de um interesse comum, focadas em domínios e práticas específicas, comprometidas com desenvolver um repertório partilhado de recursos e compostas por experiências, competências ou ferramentas. Há grande variabilidade na natureza das relações sociais e, conseqüentemente, das características das redes que sustentam os processos de aprendizagem e inovação: <ul style="list-style-type: none"> • Origem - processo de geração espontânea ou promovidas intencionalmente para desenvolver competência específica; • Formalização – podem nunca chegar a estar explicitamente reconhecidas ou, pode evoluir no sentido da formalização. • Tamanho - pode envolver um número restrito de elementos ou um grande número de membros; • Duração - pode ser muito longa, passando mesmo de geração em geração, ou mais curta, embora normalmente resistam durante anos; • Composição - pode ser homogénea ou heterogénea; • Delimitação - os membros podem pertencer todos à mesma organização ou estar distribuídos por várias organizações; • Localização - os membros podem estar todos colocados ou estrar geograficamente distribuídos. • <i>Exploitation knowledge</i> – redes mais coesas, fechadas e semelhantes no conhecimento e competências. 	Redes de indivíduos reconhecidos como especialistas num determinado domínio do conhecimento e com autoridade numa determinada área temática (reputação), contruídas em torno de objetos de fronteira / projetos exploratórios, focadas em análises de casos, comprometidas com o desenvolvimento de uma estrutura racional de causa-efeito (princípios normativos e analíticos), compostas por conhecimento analítico, mas podendo contemplar o sintético e o simbólico. Dada a variabilidade na reputação dos membros da comunidade, é de esperar que se configurem redes com um certo grau hierárquico, mas as características destas redes são variáveis: <ul style="list-style-type: none"> • Origem - processo intencional de produção de conhecimento; • Formalização – formalizadas desde a origem; • Tamanho – no início envolve normalmente um grupo restrito de elementos que se vai ampliando com a difusão das ideias; • Duração – Pode ser muito longa • Composição - muito associada a atores científicos (homogéneas) mas podem envolver diferentes disciplinas ou origens profissionais (heterogéneas); • Delimitação – os membros podem pertencer todos à mesma organização ou estar distribuídos por diferentes organizações; • Localização - inicialmente há tendência para a colocação mas à medida que se codificam as ideias e se difundem podem estar geograficamente distribuídos à escala global; • <i>Exploration knowledge</i> - redes mais esparsas, ligações mais fracas e maior variedade de conhecimento e competências.

Quadro 24 (B): síntese da proximidade multidimensional nas comunidades de prática e epistémicas.

	Comunidades de prática	Comunidades epistémicas
Proximidade relacional	<p>É a característica central das comunidades de prática. Independentemente das particularidades próprias de cada comunidade, sustentam-se todas num certo grau de proximidade relacional para desenvolverem as competências e o conhecimento. A frequência e intensidade das relações é variável, atendendo ao facto de que existe uma relação contingente entre a necessidade e frequência das interações cara-a-cara e/ou tecnologicamente mediadas e o tipo de conhecimento base de que parte ou a fase do ciclo de descoberta a que se dirige a comunidade de prática.</p>	<p>É a característica central das comunidades epistémicas. Independentemente das particularidades próprias de cada comunidade, sustentam-se todas num certo grau de proximidade relacional para intencionalmente organizarem e regularem a produção e troca de conhecimento dentro e entre as comunidades. O facto de serem propositadamente organizadas para determinados projetos pressupõe que o grau de proximidade relacional é contingente em função do tipo de conhecimento base de que partem e do tipo e duração dos projetos a que se dirigem.</p>
Proximidade cognitiva / tecnológica	<p>É determinante para a criação de proximidade relacional e formação de comunidades de prática devido à contingência associada à variabilidade do conhecimento base de que parte e à fase do ciclo de descoberta a que se dirige cada comunidade de prática. No entanto, o excesso de proximidade cognitiva/tecnológica pode conduzir ao aprisionamento das práticas, originando <i>lock-in</i> cognitivo (relações de forte endogamia cognitiva) reduzindo ou bloqueando o potencial inovador. Ainda assim, a estabilidade e a elevada proximidade cognitiva são importantes nos momentos de <i>exploitation knowledge</i>, dada a necessidade de manutenção ou de ligeiras mudanças incrementais nas rotinas e nas práticas. A distância cognitiva ótima para que ocorram processos de aprendizagem e inovação com máximo proveito não deve ser nem demasiado diferente, (incompreensão e incapacidade de absorção do conhecimento), nem demasiado próximo (redundância). As comunidades de prática podem melhorar a prestação inovadora a partir da abertura a conhecimentos e competências diferentes, mas relacionados (fertilização cruzada de conhecimento), pelo que o ponto ótimo ocorre quando as duas partes sabem coisas diferentes, mas têm capacidade de absorção do conhecimento comum. Nas fases de <i>exploration knowledge</i> é necessária diversidade cognitiva, para gerar mudanças mais disruptivas nas rotinas e práticas. As diferentes dimensões de proximidade, incluindo a geográfica, permitem ajustar o grau de proximidade cognitiva às contingências do ciclo de descoberta e do conhecimento base.</p>	<p>É determinante para a criação de proximidade relacional (racionalidade comum) e para que ocorra aprendizagem e inovação. Manifesta-se pela partilha de uma estrutura racional e de crenças de causa-efeito decorrentes das suas análises de casos ou que contribuem para um conjunto de problemas nos seus domínios, pela partilha do compromisso com a produção e aplicação de conhecimento e de práticas discursivas comuns e pela partilha da noção de validade e de critérios de validação do conhecimento nos seus domínios específicos. Esta proximidade cognitiva significa a partilha da cultura epistémica. No entanto, os membros das comunidades epistémicas trabalham em torno de objetos de fronteira (<i>exploration knowledge</i>) isto é, atividades interdisciplinares, transdisciplinares e transfuncionais. Assim, alguma distância cognitiva, proporcionada pela integração de atores pertencentes a diferentes áreas científicas inseridas em diferentes domínios científicos contribui para aumentar o potencial de aprendizagem e inovação. Por outro lado, a aproximação aos contextos de aplicação e utilização do conhecimento apoia a inclusão de outros atores que permitam a abertura a 'outros conhecimentos' que facilitem a aplicação e a responsabilidade social do conhecimento produzido (Modos 2 e 3 de produção do conhecimento). Desta forma, uma certa variedade cognitiva relacionada (aumento da distância cognitiva) aumenta o potencial de aprendizagem e inovação através de processos de fertilização cruzada do conhecimento.</p>
Proximidade organizacional	<p>Por si só não garante os processos de aprendizagem e translação do conhecimento dentro e entre comunidades de prática. As organizações podem ser encaradas como comunidades de prática, pelo que a pertença a uma mesma organização ou a organizações semelhantes possibilita a compreensão de rotinas, modelos e estruturas cognitivas próprias das organizações. No entanto, uma mesma organização pode ser internamente composta por diferentes comunidades de prática que não se relacionam entre si (dificuldade na troca de conhecimento com comunidades de prática de âmbito diferente, ainda que seja dentro da mesma organização) e cada uma destas comunidades pode transpor as fronteiras da organização e relacionar-se com comunidades de outras organizações. As trocas de conhecimento são mais fáceis com comunidades de prática do mesmo âmbito, mas de organizações diferentes do que a aprendizagem e desenvolvimento de <i>know-how</i> entre comunidades de prática de âmbito diferente dentro da mesma organização, o que torna a proximidade cognitiva mais importante do que a organizacional.</p>	<p>A proximidade organizacional não é um requisito obrigatório para a constituição destas comunidades, dado que podem surgir dentro das organizações, ou podem configurar redes interorganizacionais (por exemplo, colaborações científicas ou artísticas em torno de projetos específicos). Graças à cultura epistémica que cria coesão entre os membros da comunidade, estas estão muito associadas à proximidade entre organizações da esfera da Universidade (universidades, laboratórios ou centros de investigação, unidades de investigação, etc.), sendo estas as organizações mais frequentes. No entanto, este tipo de redes pode envolver atores sediados em organizações das esferas das empresas, do estado ou da sociedade civil. As comunidades epistémicas trabalham em torno de objetos de fronteira (<i>exploration knowledge</i>) isto é, atividades transdisciplinares e transfuncionais que ocorrem nos interstícios entre diferentes fronteiras institucionais de ação (modelos de hélice tripla, quádrupla e quádrupla). Assim, um certo grau de distância organizacional permite envolver uma diversidade de organizações relacionadas e aumentar o potencial de aprendizagem e inovação.</p>

Proximidade social	<p>Podem evoluir, graças ao reconhecimento da utilidade da aprendizagem coletiva, para a criação de consciência de comunidade e o valor desta vai-se alargando a outros níveis para além da mera utilidade para o trabalho, passa a abarcar o nível de satisfação pessoal, produzida pelo facto de conhecer e interagir com um círculo mais amplo de colegas, que se compreendem mutuamente, ao ponto de gerar um sentimento de pertença a um grupo social. Assim, ao longo do tempo, geram-se e reforçam-se relações pessoais que podem desenvolver-se no sentido de criar uma identidade para os seus membros e para os novos participantes. Tal significa que estas comunidades de prática, uma vez ultrapassada a fase inicial do seu estabelecimento, por via da proximidade relacional, geram também proximidade social que, por sua vez, reforça ainda mais a proximidade relacional. Gera-se afinidade social (sentimento de pertença a uma classe profissional), favorável à aprendizagem. A proximidade social pode potenciar a emergência de processos de inovação por via da variedade relacionada.</p>	<p>Podem surgir com um número reduzido de membros, mas à medida que as ideias se difundem, novos membros e novas comunidades vão aderindo e a influência da comunidade epistémica e do seu trabalho vai aumentando, podendo mesmo granjear um amplo reconhecimento com alcance global. Estão muito associadas às comunidades científicas. Reúnem indivíduos que comungam da cultura epistémica e comprometidos com a produção científica, partilhando valores e visões do mundo, pelo que exibem grande proximidade social e cultural. No entanto, as comunidades epistémicas não são compostas exclusivamente por indivíduos do grupo social da ciência. Desde o momento inicial a comunidade epistémica pode ser constituída por indivíduos provenientes de diferentes disciplinas ou de diferentes origens profissionais, desde que revestidos de reconhecimento social sobre o conhecimento que possuem, favorecendo a fertilização cruzada do conhecimento, pelo que um certo grau de distância social pode melhorar os processos de aprendizagem e inovação.</p>
Proximidade institucional / cultural	<p>Para que ocorra aprendizagem e inovação é necessário um certo grau de proximidade cultural. Por um lado, os membros de uma comunidade de prática partilham uma visão do mundo própria a cada comunidade. Através da prática, desenvolvem uma compreensão partilhada sobre o que fazem, como o fazem e como é que isso se relaciona com outras comunidades e com outras práticas. Tal significa que entre os membros de uma comunidade de prática se vai estabelecendo proximidade cultural que facilita a proximidade relacional. Por outro lado, a partilha de um trajeto numa determinada indústria, modo de inovação ou conhecimento base origina afinidades e favorece a compreensão mútua. A existência de comunalidades como a partilha de uma língua, nacionalidade, etnia ou origem cultural são algumas dessas características que revelam proximidade cultural e que favorece a aprendizagem dentro e entre as comunidades. O próprio contexto institucional em que estão situados os membros das comunidades pode gerar afinidade institucional, (partilha de normas, valores, convenções, expectativas, rotinas. ...) que facilita a compreensão mútua.</p>	<p>Para que ocorra aprendizagem e inovação é necessária proximidade institucional/cultural manifestada pela partilha de uma cultura epistémica, isto é, um conjunto de princípios normativos, de valores e de formas de conhecimento em que se enraíza a ação social da comunidade epistémica e pela partilha de objetivos de ação, de validação do conhecimento, de empreendimento e intervenção sociopolítica, sustentada em valores comuns. Mas as comunidades epistémicas não são compostas exclusivamente por indivíduos do grupo de indivíduos institucionalizado na ciência, pelo que abertura a outras esferas institucionais de ação (hélice tripla, quadrupla, quintupla) implica um certo grau de distância institucional que pode reforçar a eficácia dos processos de aprendizagem e inovação. Por outro lado, pretende-se que a disseminação do conhecimento atinja outras comunidades, organizações, instituições e, em última instância, a sociedade global em geral, o que reforça a necessidade de haver uma certa distância institucional para facilitar esta disseminação do conhecimento (Modo 3 de produção do conhecimento).</p>
Proximidade geográfica	<p>A variedade do contexto social permite a surgimento de comunidades de prática com geometrias variáveis, pelo que a proximidade geográfica não significa necessariamente proximidade relacional, cognitiva, organizacional, social, ou institucional, logo não é por si só garantia de proximidade relacional e, conseqüentemente, de formação de comunidades de prática, assim como a distância geográfica não significa necessariamente impossibilidade de formação de uma comunidade de prática territorialmente distribuída. Aliás, a abertura das relações a outras escalas geográficas de relacionamento pode prevenir o risco de <i>lock-in</i> relacional, cognitivo, organizacional, social e institucional.</p>	<p>A partilha da estrutura racional, metodologias, princípios normativos, critérios de validação, valores e objetivos de ação permite que a proximidade relacional nestas comunidades se estabeleça em contextos de maior proximidade geográfica, mas também de maior distância. Se numa fase inicial as interações cara-a-cara e a necessidade de imersão no <i>buzz</i> social serão mais frequentes, o que aparentemente beneficia a colocalização, à medida que se vai estabilizando o modelo racional e codificando o conhecimento, a proximidade relacional pode ser estabelecida através do recurso a formas de interação à distância geográfica.</p>

Fonte: elaborado a partir dos trabalhos de Lave e Wenger (1991), Brown e Duguid (1991 e 1998), Haas (1992), Cetina (1999), Cowan, David e Foray (2000), Nooteboom (2000 e 2008), Wenger, Mcdermott e Snyder (2002), Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), Lazaric e Thomas (2006), Muller (2006), Asheim, Coenen e Vang (2007), Simon (2009), Cohendet, Grandadam e Simon (2010), Amin e Roberts (2008), Delemarle e Larédo (2008), Duguid (2008), Mateos-Garcia e Steinmueller (2008), Cohendet e Simon (2008), Gertler (2008), Storper (2008), Boschma e Frenken (2011), Carayannis e Campbell (2011), Carayannis, Pirzadeh, e Popescu (2012a) e Cohendet, *et al.*, (2014).

Segundo Amin e Roberts (2008), a exploração destas comunidades sustentadas na proximidade relacional devem ter sempre em consideração que: a) dentro de cada grupo

existe uma grande variedade de subgrupos; b) as fronteiras de cada um dos grupos são porosas; c) existe variabilidade quanto à natureza das inovações que desenvolvem; d) as dinâmicas das práticas de conhecimento são heterogêneas; e e) há uma grande variabilidade na natureza das relações sociais e, conseqüentemente, das redes que sustentam os processos de aprendizagem e inovação.

Estas são constatações que confirmam, por um lado, o caráter contingente destas comunidades e, por outro lado, o papel desempenhado por estas comunidades na perfuração das fronteiras das organizações e na criação de espaços relacionais envolvendo diferentes escalas geográficas nos processos de aprendizagem e inovação, através de geometrias variáveis de proximidade relacional, cognitiva, organizacional, social e institucional. Estas comunidades desempenham um papel crítico no processo de aprendizagem e construção de capacidades organizacionais nos sistemas multiescalares que originam os sistemas globais de inovação (Malik, *et al.*, 2021). Os riscos provocados pelo excesso de proximidade ou pela distância excessiva podem dificultar ou inviabilizar os processos de aprendizagem e inovação (Quadro 24 B). Por um lado, o risco de *lock-in* corresponde ao aprisionamento das redes relacionais de uma comunidade por excesso de proximidade multidimensional (cognitiva/tecnológica, organizacional, social, institucional/cultural e geográfica). A superação passa por ampliar a diversidade dentro da comunidade (de prática ou epistémica). Por outro lado, essa diversidade também é um risco, pois não deve ultrapassar um certo limite (contingente de comunidade para comunidade) que impede a compreensão, a absorção, e/ou a validação do conhecimento.

A proximidade/distância geográfica desempenha um importante papel neste processo de superação do risco de *lock-in*. Por um lado, a percepção de *lock-in* pode decorrer de um erro de análise. As análises centradas numa escala geográfica em particular correm o risco de identificarem comunidades mais homogêneas e coesas em termos cognitivos, organizacionais, sociais e institucionais, pelo que a simples abertura da análise a outras escalas geográficas pode revelar uma maior diversidade interna das comunidades. Isto é, o aparente excesso de proximidade pode resultar de uma análise focada numa escala local ou regional, impedindo a observação da variedade resultante das relações a maior distância geográfica (Storper, 2008). Estas têm um maior potencial de diversificação social, organizacional e institucional. Assim, advoga-se uma análise à luz da geografia económica relacional, ao sugerir que se centre a análise nas relações e não numa escala geográfica em

particular. Por outro lado, transversal a todas as comunidades é a existência de um certo grau de proximidade relacional (Quadro 24 B). Espera-se que as redes relacionais, dentro destas comunidades gerem processos de aprendizagem, translação do conhecimento e inovação entre os seus membros. No entanto, isto não significa que haja sempre uma necessidade de colocalização (proximidade geográfica). A composição interna de uma determinada comunidade pode ser mais homogénea ou mais heterogénea. No entanto, o aumento da diversidade interna dos membros destas comunidades (em termos cognitivos, organizacionais, sociais e institucionais) não obriga à colocalização dos seus membros. Ela pode ser realizada pela participação de elementos territorialmente dispersos.

Sobretudo na sua origem, a partilha de uma prática, a aplicação de uma metodologia, os objetos de fronteira disciplinares, estéticos e éticos com que trabalham e o contexto de elevada complexidade e incerteza requerem interações mais frequente. Assim, nesta fase, estas comunidades originam-se, normalmente, entre pessoas que trabalham no mesmo edifício ou vivem geograficamente próximos (na mesma cidade ou região), o que possibilita o encontro frequente, intencional ou até casual, permitindo uma interação regular cara-a-cara e a imersão regular no *buzz* local, importantes para a aprendizagem nestas comunidades e até para reforçar o sentimento de pertença à comunidade (Brown & Duguid, 1991; Gertler, 2001; Wenger, Mcdermott, & Snyder, 2002; Cohendet, *et al.*, 2014). Assim, a proximidade geográfica proporciona mecanismos de interação iniciais e plataformas intermédias de validação e agregação das comunidades, que permitem a translação e validação do conhecimento entre os membros das comunidades epistémicas e com as organizações e as instituições. No entanto, como reconhecem Simon (2009), Cohendet, Grandadam e Simon (2010) e Cohendet, *et al.* (2014), para que as inovações que despontam nas pequenas comunidades muito localizadas emergem, torna-se necessário que elas alcancem um reconhecimento mais global, logo alarguem o espaço relacional da inovação a outras escalas mais globais e se convertam em comunidades mais globais.

Assim, à medida que a comunidade se desenvolve, se vão estabelecendo os códigos e as práticas e se vão difundindo as ideias por via da sua codificação, validação e incorporação em processos, produtos serviços ou representações, as relações podem estabelecer-se a uma maior distância geográfica.

No caso das comunidades de prática, formam-se comunidades de prática territorialmente distribuídas⁵² (Wenger, McDermott, & Snyder, 2002), criando proximidade relacional apesar da distância geográfica, que funcionam como veículo de aprendizagem interativa e de resolução de problemas através da criação de um espaço de valores, atitudes e esquemas interpretativos partilhados. Estas têm maior probabilidade de envolverem um maior número e variedade de membros, filiados num maior número e variedade de organizações, com culturas nacionais, organizacionais e profissionais diferentes e geograficamente dispersos, o que demonstra que pode existir proximidade relacional para além da proximidade territorial e com graus variáveis de proximidade nas dimensões cognitiva, organizacional, social e institucional, contribuindo para minorar o risco de *lock-in*. Tal como as comunidades de prática locais, os membros das comunidades territorialmente distribuídas partilham ideias e opiniões, ajudam-se mutuamente, documentam procedimentos, influenciam a operacionalidade das equipas e das organizações. Além do mais, aproximam as diferentes organizações a que pertencem os indivíduos inseridos nessa comunidade (Wenger, McDermott, & Snyder, 2002; Muller, 2006; Storper, 2008; Chaminade, Martin, & McKeever, 2021). Podem-se formar também constelações de comunidades de prática (Coe & Bunnell, 2003), isto é, relações com outras comunidades de prática geograficamente próximas e/ou distantes. A criação de ligações inter-comunidades de prática é outra das possibilidades de minorar o risco de *lock-in* (Brown & Duguid, 1998) ao gerar plataformas de interação que criam condições para a ocorrência de processos de fertilização cruzada do conhecimento. Ainda assim, as relações inter-comunidades são estabelecidas, tendencialmente, com comunidades do mesmo âmbito ou relacionado (Wenger, McDermott, & Snyder, 2002).

No caso das comunidades epistémicas, estas podem assumir a configuração de comunidades epistémicas globais⁵³ (Carayannis, Pirzadeh, & Popescu, 2012a) que chegam a evoluir para a criação e manutenção de instituições sociais capazes de influenciar o comportamento e a tomada de decisão a nível local/regional (Lazaric & Thomas, 2006) nacional, transnacional (Haas, 1992) e global (Carayannis, Pirzadeh, & Popescu, 2012a).

⁵² “Any community of practice that cannot rely on face-to-face meetings and interactions as its primary vehicle for connecting members” (Wenger, McDermott, & Snyder, 2002, p. 115 e 116).

⁵³ Carayannis, Pirzadeh, e Popescu (2012a) definem estas comunidades epistémicas globais como “transnacional networks of knowledge-based experts”, relacionando estas comunidades globais com os processos de governança global.

Pelo exposto, a dimensão geográfica do espaço relacional da inovação desenvolvida através do mecanismo das comunidades epistémicas atravessa múltiplas escalas geográficas, graças à proximidade relacional (Amin & Roberts, 2008). Assim, as escalas de interação dos membros de uma comunidade epistémica durante o processo de produção de conhecimento e aprendizagem pode abarcar a escala local/regional, como é o caso documentado por Lazaric e Thomas (2006) ou pode abarcar as escalas nacional e transnacional (Haas, 1992) ou global (Carayannis, Pirzadeh, & Popescu, 2012a). Isto é, o movimento inverso também pode ocorrer: as comunidades epistémicas globais podem promover a aprendizagem institucional ao nível local/regional e nacional usando os mecanismos de aprendizagem e transferência do conhecimento estabelecidos nas comunidades epistémicas locais e nacionais com as quais se (inter)ligam (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012). É a ideia de um ecossistema multinível, multimodal, multinodal e multiagentes, composto por sistemas de sistemas que constituem as meta-redes de inovação – compostas por redes de inovação e *clusters* de conhecimento – e que promovem a coexistência, a coevolução e a coespecialização de diferentes modos de produção e utilização do conhecimento e de diferentes paradigmas do conhecimento, que segundo (Carayannis & Campbell, 2011 e 2012) constitui o sistema global de inovação no século XXI.

Existem também comunidades que, logo na sua origem, assumem uma geografia territorialmente distribuída pelo globo, como nos casos das comunidades virtuais (Amin & Roberts, 2008; Füller, et al., 2006), nomeadamente nos casos em que a necessidade de interações cara-a-cara não é indispensável. As comunidades virtuais são um exemplo deste tipo de comunidades, que podem envolver inclusivamente clientes de determinados produtos (Sawhney, Verona, & Prandelli, 2005), utilizadores de determinados serviços (Oliveira & von Hippel, 2011) ou mesmo cocriadores de determinados produtos ou serviços (Lakhani & von Hippel, 2003; von Krogh & von Hippel, 2003). Segundo Amin e Roberts (2008) correspondem a grupos criativos temporários, suportados por interações sociais do tipo “face-to-screen” (Amin & Roberts, 2008, p. 357), constituídos em torno da produção de conhecimento codificado e tácito exploratório, desenvolvido através de interações assíncronas, rápidas e distantes, geradoras de ligações fracas, potenciando o aparecimento de inovações incrementais e radicais.

No entanto, não se pode ignorar que a distância geográfica cria algumas dificuldades na construção e manutenção deste tipo de comunidades. Quando partem de conhecimento base com forte componente tácita (sintético e simbólico) existe forte probabilidade da necessidade de contactos cara-a-cara (Wenger, Mcdermott, & Snyder, 2002; Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Duguid, 2008a). O uso das múltiplas ferramentas de comunicação disponibilizadas pelas TICs, em certos casos não substitui totalmente as oportunidades proporcionadas pelos encontros pessoais e a aprendizagem cara-a-cara proporcionada por outras linguagens e pelas reações dos restantes membros da comunidade (Wenger, Mcdermott, & Snyder, 2002), nem que seja em determinados estádios de desenvolvimento do projeto ou para resolver certos problemas que ocorrem (proximidade geográfica temporária), envolvendo contactos cara-a-cara entre os líderes destas comunidades, proporcionando momentos de proximidade geográfica muito intensos (Torre, 2008). Além disso, em geral, a distância geográfica entre os membros de uma comunidade de prática territorialmente distribuída aumenta os custos (tempo e esforço) de participação na comunidade, podendo criar uma maior inércia da comunidade. No entanto, estes factos não devem ser associados à impossibilidade de que se estabeleçam comunidades de prática territorialmente distribuídas ou até relações entre diferentes comunidades de prática geograficamente distantes. Acresce ainda que nem todas as práticas são locais e existem práticas cuja partilha está amplamente distribuída e cujos praticantes nunca estabelecem contacto cara-a-cara. Esta constatação permite que Duguid (2008a, p. 78) aponte a existência de redes de prática, isto é, “the collective of all practitioners of a particular practice”. Estas redes de prática sustentam-se em práticas e ferramentas comuns que permitem que os seus membros partilhem globalmente informação que é reincorporada pelos membros territorialmente dispersos. No entanto, a entrada de novos membros na comunidade, para a aquisição das práticas e ferramenta, faz-se localmente. É esta dupla dimensão que torna o conhecimento partilhado nestas redes simultaneamente “leaky” e “sticky” (Duguid, 2008a, p. 80), o que aponta para que estas redes, mais do que um comportamento bipolar (local ou o global), exibam um comportamento multiescalar.

Independentemente do tipo de comunidade, para Storper (2008) a abordagem em termos geográficos às comunidades (de prática, epistémicas ou outros subgrupos) devem ter sempre como ponto de partida o reconhecimento de que todas as comunidades estão

territorializadas, apesar de existirem grupos que não se encontram ancorados exclusivamente num território em particular, seja um bairro, uma cidade, um país ou até mesmo um continente. É a ideia de que as ligações se interlaçam originando intrincadas redes de relações multiescalares. Ou seja, há sempre uma dimensão geográfica nestas comunidades. Isto significa que as comunidades, mesmo as estruturadas em redes globais, não estão desterritorializadas, mas exibem fortes nodalidades locais, interrelacionadas globalmente. Assim, pode-se concluir que as comunidades (de prática e epistémicas) são um mecanismo que possibilita a interação pessoal e organizacional e, enquanto tal, promovem a proximidade relacional. Emergem geografias variadas quanto à sua distribuição espacial em função do tipo de conhecimento base, do ciclo de descoberta e das características específicas da comunidade de prática em concreto. A exploração teórica efetuada até ao momento conjuga-se com a argumentação de Amin e Roberts (2008). Isto é, *being there* não significa obrigatoriamente estar na proximidade geográfica. Os diferentes graus de proximidade relacional, conjugada com diferentes graus de proximidade cognitiva, organizacional, social e institucional propiciam oportunidades de estender os processos relacionais de aprendizagem e inovação a outras escalas geográficas. Assim, o espaço da aprendizagem e inovação é demasiado dinâmico para que se possa reduzir a categorias extremas como próximo/distante ou local/global, pelo que as análises geográficas devem seguir as localizações das redes do conhecimento e aprendizagem, sem confinar essas redes a fronteiras pré-determinadas. Ainda assim, segundo Gertler (2008) são necessárias mais evidências empíricas, acrescentando casos de estudo para reforçar a compreensão das condições favoráveis à superação da distância geográfica por via da proximidade relacional.

3.5. O espaço relacional de proximidade geográfica: redes à escala local / regional.

Trata-se de explorar o espaço relacional de proximidade geográfica, isto é, os processos de aprendizagem, translação do conhecimento e inovação facilitados pela colocalização à escala local/regional. Antes de mais, ao centrar a exploração teórica na proximidade geográfica, é conveniente esclarecer o conceito de proximidade geográfica e a perspetiva a adotar face às diferentes escalas geográficas nos processos de inovação.

No contexto da análise dos processos de inovação económica, Boschma (2005) sustenta a utilidade de adoção de uma definição muito restrita de proximidade geográfica: “it refers to the spatial or physical distance between economic actors, both in its absolute and relative meaning” (Boschma, 2005, p. 69).

Tal permite, por um lado, isolar o efeito e o papel específicos da proximidade geográfica face às restantes dimensões de proximidade e, por outro lado, permite adotar uma abordagem relacional e multidimensional entre as diferentes dimensões de proximidade, para encontrar matrizes relacionais explicativas dos processos de inovação a diferentes escalas geográficas (Boschma, 2005).

A proximidade e a distância geográfica estão relacionadas com as escalas geográficas, pelo que importa identificar o conceito de escala geográfica a adotar. Segundo Paasi (2004) as escalas exibem um carácter temporalmente provisório, espacialmente fluído e discursivamente contingente. Isto é, a institucionalização das escalas surge associada aos próprios processos sociais, daí o seu carácter fluído. Assim, a escala geográfica, tal como sugerem Bunnell e Coe (2001) e Binz, et al. (2020), é uma construção social e política, uma construção relativa e fluída, em transgressão constante pelas relações que se estabelecem entre as diferentes escalas. Rejeita-se uma leitura fixa e estanque, onde os grandes espaços (escalas pequenas) contêm o que ocorre nos pequenos espaços (escalas grandes), e assume-se uma interpretação fluída, multidimensional, em hipertexto:

“Scales are not fixed, separate levels of the social world but, like regions/places, are structured and institutionalized in complex ways in de/reterritorializing practices and discourses that may be partly concrete, powerful and bounded, but also partly unbounded, vague or invisible. Scales are also historically contingent; they are produced, exist, and may be destroyed or transformed in social and political practices and struggles. The institutionalization/deinstitutionalization of region, place and scale are in fact inseparable elements in the perpetual process of regional transformation” (Paasi, 2004, p. 542).

“(…) our view is that scale is a fluid and multidimensional concept, delineating the complex interactions between physical space, institutional and regulatory jurisdictions, and the shifting levels at which the actors in innovation systems organize themselves” (Bunnell & Coe, 2001, p. 570).

A adoção destes dois conceitos aparentemente contraditórios, por um lado uma definição restrita, unidimensional e segregadora de proximidade geográfica e, por outro lado uma definição fluída e multiescalar de escala geográfica, possibilita a exploração do espaço relacional da inovação atendendo simultaneamente ao papel específico da proximidade territorial e à fluidez multiescalar que reintegra no espaço a multidimensionalidade das formas de proximidade identificadas anteriormente. Daqui resulta uma interpretação transescalar e multiescalar dos processos de inovação (Bunnell & Coe, 2001; Coe &

Bunnell, 2003) em que os processos de inovação estão ligados a vários lugares concretos mas diferentes, por causa das suas características únicas, geradas ao longo do tempo, pelo papel desempenhado pelas especificidades das relações geográficas de cada um dos lugares e das outras dimensões de proximidade próprias de cada lugar (Binz, *et al.*, 2020), o que confere a cada lugar uma riqueza que resulta do seu contexto particular (Gong & Hassink, 2020). Assim, a geografia dá um importante contributo para explorar os espaços e a espacialização dos processos de inovação atendendo às particularidades dos lugares e às dinâmicas multiescalares das relações que se estabelecem entre os diferentes lugares (Binz, *et al.*, 2020; Gong & Hassink, 2020).

Isto é, os lugares também são resultado das relações, o que leva Boschma (2005) a sustentar uma abordagem multiescalar aos processos de inovação:

“Thus, instead of selecting a geographical scale a priori, empirical analyses have been claimed to decide at what spatial levels knowledge creation, knowledge transfer and interactive learning take place, and to what extent nation states and regions are relevant in this respect. Adding a dynamic perspective, such a multilevel analysis would also shed light on how the various dimensions of proximity that operate at and across different spatial scales produce places that are unique. This would increase the understanding of how the different dimensions of proximity co-evolve at multiple spatial scales, shaping the evolution of places over time” (Boschma, 2005, p. 71).

Na globalidade, a visão dinâmica que daqui resulta aponta no sentido de que, ao longo do tempo, se estabelecem diferentes relações de maior ou menor proximidade geográfica, relacional, cognitiva, organizacional, social e institucional, que perfuram as fronteiras de diferentes escalas geográficas, urdindo as redes que ajudam a construir os lugares e a configurar o espaço da inovação.

3.5.1. Os modelos territoriais de inovação

É a escala de análise do espaço relacional da inovação que se foca na exploração das relações de grande proximidade territorial. A reemergência da economia regional a partir da análise pós-fordista de organização da indústria, colocou a proximidade territorial no centro da análise da geografia económica, ao constatar-se uma marcada tendência para que as indústrias se aglomerem espacialmente e para que se organizem em redes intralocais de inovação (Scott, 2000). Esta viragem regional, orientada para estratégias de desenvolvimento económico endógeno (locais e regionais), a partir, sobretudo, do papel das pequenas e médias empresas, será impulsionada por várias escolas, originando um

conjunto de modelos territoriais de inovação⁵⁴ (Moulaert & Sekia, 2003, p. 291). Não se pretende elaborar uma síntese das diferentes escolas e respetivos modelos, dado que tal já foi realizado por Scott (2000), Moulaert e Sekia (2003), Morgan (2004), Vale (2012) e Doloreux, *et al.* (2019), entre outros, mas é útil obter uma leitura global de cada uma dessas escolas (Quadro 25).

Os modelos territoriais de inovação sublinham a importância da proximidade territorial como uma dimensão essencial para os processos de inovação, nomeadamente os processos e fatores endógenos às regiões (Tripl & Bergman, 2021). No entanto, não emergem assim tantas diferenças entre os vários conceitos que se abrigam sob o chapéu dos modelos territoriais de inovação (distritos industriais, meios inovadores, regiões aprendentes, *clusters*, sistemas regionais de inovação, sistemas produtivos locais e novos espaços industriais) em termos de construção teórica e de conceitos utilizados: “do not have a unique flavour but are rather similar in their taste.” (Doloreux, *et al.*, 2019, p. 1163).

O distrito industrial sublinha a proximidade territorial enquanto elemento de criação de um sistema produtivo enraizado na comunidade social: “can be considered as an ideal-typical model of a local productive system, where a localised industry is embedded in a community of people” (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009, p. xviii).

No cerne do conceito de meio inovador está a ideia de concentração territorializada de atores, estruturas e organizações que interagem graças à proximidade territorial (região) tendo como objetivo a promoção da inovação (Crevoisier, 2001; Tripl & Bergman, 2021), podendo ser definido como:

“un ensemble territorialisé dans lequel des interactions entre agents économiques se développent par l'apprentissage qu'ils font de transactions multilatérales génératrices d'externalités spécifiques à l'innovation et par la convergence des apprentissages vers des formes de plus en plus performantes de gestion en commun des ressources” (Maillat, Quévit, & Senn, 1993, p. 9).

Os *clusters* são concentrações geográficas por definição (Porter, 1998) e a sua origem deve-se a externalidades que dependem da proximidade geográfica (Porter & Ketels, 2009), sendo que desde a conceção original de Porter (1990 e 1994) a concentração geográfica é o elemento central da definição *clusters*.

⁵⁴ “a generic name for models of regional innovation in which local institutional dynamics play a significant role” (Moulaert & Sekia, 2003, p. 291)

Quadro 25: Síntese dos principais modelos territoriais de inovação

	Modelos			
	Distrito industrial	Meios inovadores	Cluster	Sistema regional de inovação
Principais autores	Marshall; Becatini; Bagnasco; Garofoli; Antonelli; Amin.	Aydalot; Camagni; Maillat; Crevoisier; Quèvit.	Porter; Saxenian.	Freeman; Lundvall; Cooke; Morgan.
Centro da dinâmica de inovação	Capacidade dos atores para implementarem a inovação a partir dum sistema de valores comuns.	Capacidade das empresas para inovarem através das relações com outros agentes do mesmo meio.	Resulta de <i>inputs</i> especializados proporcionados pelas relações entre fornecedores de conhecimento e clientes colocalizados que proporciona aprendizagem coletiva.	Inovação como um processo interativo, cumulativo e específico de investigação e desenvolvimento (dependência do trajeto).
Papel das instituições	As instituições funcionam como ‘agentes’ e possibilitam a regulação social, promovendo a inovação e o desenvolvimento.	Papel muito importante das instituições no processo de investigação (universidade, empresas, agências públicas, etc).	Fortalecer as colaborações a partir das instituições para a colaboração – associações comerciais, câmaras de comércio, redes de empreendedores, etc.	Tal como no sistema nacional de inovação, as definições variam em função do autor, embora concordem que as instituições levam à regulação dos comportamentos dentro e fora das organizações.
Desenvolvimento regional	Visão territorial baseada na solidariedade espacial e na flexibilidade dos distritos; esta flexibilidade é um dos elementos de inovação.	Visão territorial baseada em meios inovadores e na capacidade dos agentes para inovarem numa atmosfera cooperativa.	Centrado na criação de vantagens competitivas (modelo do diamante): depende do nível de desenvolvimento da economia do país e do ambiente e dinâmicas específicas do <i>cluster</i> .	Visão da região enquanto um sistema de ‘aprendizagem pela interação’.
Cultura	Partilha de valores entre os agentes do distrito industrial; confiança e reciprocidade.	Cultura de confiança e de reciprocidade das ligações.	Cultura simultaneamente de competição e cooperação e de empreendedorismo.	Aprendizagem pela interação.
Tipo de relações entre os atores	A rede é uma forma de regulação social e uma fonte de disciplina. Possibilita a coexistência de cooperação e de competição.	O papel de suporte do espaço: relações estratégicas entre as empresas, os seus parceiros, fornecedores e clientes.	As redes possibilitam relações de cooperação e competição (rivalidade) geradoras de conhecimento, aprendizagem e inovação.	As redes são uma forma de aprendizagem pela interação.
Tipo de relações com o ambiente	As relações com o ambiente impõem alguns constrangimentos e novas ideias; deve estar apto para reagir às mudanças no ambiente; relações ‘ricas’; visão espacialmente limitada do ambiente.	Capacidade dos agentes para modificarem o comportamento de acordo com as mudanças no seu ambiente; relações muito ‘ricas’.	Relações individuais e coletivas de negócios, específicas a cada <i>cluster</i> ; relações centradas na criação de um ambiente de negócios; relações de complementaridades e de rápida adaptação às necessidades do mercado.	Equilíbrio entre as relações específicas internas e as restrições do ambiente; relações ‘ricas’.

Fonte: Retirado de Moulaert e Sekia (2003) – tradução própria – complementado pelo autor a partir dos trabalhos de Porter (1990, 1995, 1998 e 2000), Porter e Ketels (2009), Vale (2012), Doloreux, *et al.* (2019) e Tripll & Bergman (2021).

Os Sistemas regionais de inovação apontam a proximidade geográfica como essencial para os processos de inovação e a escala regional como a unidade de análise apropriada para o estudo da inovação e a implementação das respectivas políticas (Cooke, 1992, 2005, 2011 e 2021; Tripl, 2006; Asheim, 2007). A constatação da existência de uma dimensão local/regional da vida socioeconómica e a constatação da existência de uma variedade de sistemas regionais de inovação quanto à origem (institucional, empreendedor); quanto à governança (*grassroots*, em rede, dirigista) quanto à dimensão dos negócios de inovação (localista, interativo, globalizado) (Cooke, 2004a) ou ainda quanto ao contexto (*cross-border*) (Tripl, 2006) – sustentam que, de região para região, a prestação inovadora exhibe comportamentos muito variáveis. À luz da tese dos sistemas regionais de inovação, esta variabilidade da prestação inovadora deve-se, por um lado, aos diferentes trajetos de especialização industrial e de inovação regional e ao respetivo *spillover* local do conhecimento (Tödtling & Tripl, 2011; Cooke, 2021), condicionado pelo estabelecimento de relações de confiança e pelos diferentes tipos de conhecimento base veiculados (Asheim, 2007). Por outro lado, deve-se à especificidade da arquitetura – constituída pelos subsistemas de criação e difusão de conhecimento (organizações de investigação, de educação, de mediação tecnológica e de mediação da força de trabalho), de aplicação e *exploitation* do conhecimento (empresas, clientes, parceiros, competidores e fornecedores), e de política regional (agências governamentais regionais e locais), inseridos no contexto de interação socioeconómica e cultural regional (Autio, 1998; Tripl, 2006 e 2010; Tödtling & Tripl, 2011) – e à respetiva estrutura de governança dos sistemas regionais (Cooke, 2004a). No entanto, os modelos territoriais de inovação admitem outras dimensões de proximidade.

A teoria dos distritos industriais aponta a proximidade cognitiva, social e institucional como um dos pilares dos distritos industriais. Além disso, o outro elemento constituinte do distrito industrial é o aparato produtivo, constituído por organizações (fundamentalmente pequenas e médias empresas) de uma determinada indústria que claramente predomina no distrito industrial, (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009) daí a proximidade organizacional conferida pela pertença das diferentes organizações à mesma cadeia de valor:

“(…) a local productive system has an economic and social identity shaped by an ‘industrial atmosphere’; the latter coinciding with a set of shared cognitive, moral and behavioral attitudes drawing on locally-dense cultural interaction” (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009, p. xvii).

O meio inovador considera que as redes de inovação são uma realidade pluridimensional que envolve as dimensões cognitiva, organizacional e normativa (institucional), para além

das dimensões territorial e temporal (Maillat, Quévit & Senn, 1993; Tripl & Bergman, 2021). A proximidade geográfica mistura-se com outras formas de proximidade:

“ (...) la proximité géographique et culturelle facilite la circulation du flux des informations et leur accumulation nécessaires à la création technologique, en favorisant l'émergence de nouveaux canaux et de nouvelles normes de comportement. Une proximité spatiale durable est un facteur irremplaçable de synergie entre des partenaires multiples. Dès lors un réseau dont les composantes sont voisines bénéficie d'un avantage qualitatif (avantages comparatifs de milieu liés au capital relationnel) qui peut être déterminant” (Maillat, Quévit & Senn, 1993, p. 14).

A teoria dos *clusters* aponta a proximidade cognitiva – “clusters are a natural manifestation of the role of specialized knowledge” (Porter & Ketels, 2009, p. 173) – a proximidade organizacional – “is an alternative way of organizing the value chain” (Porter, 1998, p. 79 e 80) e a proximidade social e institucional – “personal relationships and community ties foster trust and facilitates the flow of information” (Porter, 1998, p. 81) – como características do modelo que promovem a inovação.

A tese do sistema regional de inovação sublinha a proximidade institucional formalizada (leis e regulamentos) mas sobretudo a proximidade institucional não formalizada (práticas, comportamentos, rotinas, hábitos) como forma de configurar o comportamento dos atores do sistema regional de inovação (Tödtling & Tripl, 2011). Esta é uma clara semelhança com as abordagens efetuadas na lógica dos sistemas nacionais de inovação nas quais se inspiram os sistemas regionais. A ideia de que os subsistemas de aplicação e *exploitation* e o de produção e difusão do conhecimento estão “embedded in a common regional socio-economic and cultural setting” (Tödtling & Tripl, 2011, p. 457) significa que as dimensões social, cultural e institucional são outras formas de proximidade que, conjuntamente com a geográfica, possibilitam a criação de um ecossistema regional de inovação. Por outro lado, as relações organizacionais dentro do subsistema de aplicação numa lógica de rede de produção e deste com o subsistema de produção de conhecimento pressupõem um mínimo de proximidade organizacional que possibilite a absorção do conhecimento (Tödtling & Tripl, 2011).

Por último, todos os modelos assumem o papel das redes de interação, isto é, a proximidade relacional, como um elemento estruturador do modelo.

Os distritos industriais, enquanto realidade socio-territorial, isto é, “naturally and/or historically bounded place characterised by the presence and interpenetration of a community of people, and a production apparatus” (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009, p. xvii), é dinamizado por redes relacionais formais e informais que originam a comunidade de pessoas e

que articulam o aparato produtivo. Por um lado, existem densas relações interorganizacionais verticais (*input – output*), horizontais (competitivas) e diagonais (serviços relacionados e equipamentos) assim como com outras organizações não económicas (por exemplo, universidades e organizações públicas de investigação). Por outro lado, existem densas redes sociais informais que constituem a dimensão social da atmosfera industrial do distrito, fundamental para os processos de aprendizagem interativa, produção de conhecimento e inovação (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009). Com o aprofundamento da globalização, o conceito de distrito industrial passou a explorar também os processos de integração do conhecimento contextual local com o conhecimento externo codificado (Ottati, 2018), e a integração nas cadeias de valor globais (De Marchi, Di Maria, & Gereff, 2017; Giuliani & Rabellotti, 2017) o que implica atender a outras escalas geográficas do espaço relacional. É a fase contemporânea dos distritos industriais, denominada de *Mark 3*, que surge na sequência da fase *marshaliana* correspondente à revolução industrial (*Mark 1*) e da fase pós-fordista e de abandono da produção em massa dos distritos industriais (*Mark 2*) (Bellandi & De Propris, 2017; Bellandi & De Propris, 2015).

A abordagem à luz dos meios inovadores considera que são as relações de confiança duradouras entre diferentes atores que sustentam e organizam os processos de inovação (Maillat, Quévit & Senn, 1993), possibilitando o fluxo de conhecimento, com intensidade e diversidade variável, através do meio inovador (Johansson, 2021). O conceito sofre uma evolução conceptual em termos de geografia relacional, de uma abordagem muito local/regional (fase GREMI I e II) para uma abordagem que explora o funcionamento das redes locais e extralocais no processo de inovação (fase GREMI III), passando pela comparação das respetivas trajetórias evolutivas entre regiões com setores idênticos para encontrar fatores explicativos ligados ao território (fase GREMI IV) (Crevoisier, 2001). Tal significa que o espaço relacional de proximidade é conceptualmente central, mas já há a inclusão de outras escalas espaciais das relações para ajudar à compreensão dos processos regionais, nem que seja numa lógica de concorrência dos territórios (Crevoisier, 2001). Admitem-se que as relações e o meio inovador são mutuamente constitutivos mesmo quando as relações se fazem a outras escalas, para além do espaço de proximidade regional:

“(…) le milieu est innovateur lorsqu'il est capable de s'ouvrir à l'extérieur et d'y recueillir des informations, voire des ressources diverses. Le milieu innovateur par essence s'ouvre sur la diversité de l'environnement en s'enrichissant dans la réceptivité au changement” (Maillat, Quévit & Senn, 1993, p. 9) E acrescenta “(…) le milieu participe à la constitution des réseaux d'innovation et intervient dans leur dynamique.

Réciproquement, les réseaux d'innovation enrichissent le milieu, ils contribuent à accroître les capacités créatrices de celui-ci." (Maillat, Quévit, & Senn, 1993, p. 14).

Os *clusters* são, por de definição, "a geographically proximate group of interconnected companies and associated institutions" (Porter, 2000, p. 254) pelo que a rede de interconexão é um elemento fundamental do conceito. A conjugação da estrutura em rede com a proximidade territorial confere flexibilidade e rapidez, duas vantagens para a prestação inovadora das empresas localizadas num *cluster*. Permite ainda que os fornecedores locais se comprometam com o processo de inovação facilitando a compreensão mútua (Porter, 1998). No entanto Porter (1998 e 2000) reconhece uma mudança na natureza das economias de aglomeração dado que a globalização dos mercados, das tecnologias e da origem dos fornecedores, a par do aumento da mobilidade e da redução dos custos de comunicação e transportes, está a possibilitar o acesso das empresas a *inputs* provenientes de uma qualquer localização e, inversamente, está a possibilitar que estas forneçam eficazmente qualquer mercado. A exploração de fontes geograficamente distantes de conhecimento ou as ligações geograficamente distantes com atores centrais da cadeia de valor (Turkina & Van Assche, 2018), a crescente conectividade aos sistemas globais de inovação (Mudambi, *et al.*, 2017), assim como a cooptação das empresas embebidas nas estruturas das redes globais (Hani & Dagnino, 2020) são importantes para a prestação inovadora das empresas. Estas constatações indicam a necessidade de uma abordagem multiescalar ao espaço relacional dos *clusters*.

O conceito de sistema regional de inovação sublinha a escala regional como o *locus* da aprendizagem interativa e da troca de conhecimento, sublinhando-se a importância da proximidade geográfica para a inovação (Cooke, Uranga, & Etxebarria, 1997; Cooke, 2005; Tödtling & Tripl, 2011; Martin, *et al.*, 2018; Fernandes, *et al.*, 2021). Ao enraizar-se numa interpretação sistémica, interativa e evolutiva da inovação, significa que o funcionamento dos sistemas de inovação se sustenta em redes de colaboração e comunicação, com âmbito e intensidade variável, envolvendo os diferentes atores do sistema regional: empresas (fornecedores, clientes, parceiros), universidades, centro de investigação, organizações educativas, organizações de mediação tecnológica, organizações financeiras, centros de inovação, associações industriais, sindicatos, agências governamentais, entre outras organizações constituintes do ecossistema regional (Tödtling & Tripl, 2011). No entanto, estas redes não se confinam à escala regional, mas estendem-se a outros atores extrarregionais, alargando o espaço relacional às escalas nacional e internacional como

complemento às redes regionais (Bunnell & Coe, 2001; Coe & Yeung, 2015; Fernandes, *et al.*, 2021), sendo que as empresas combinam diferentes estratégias para criarem canais com o objetivo de canalizarem conhecimento à escala global (Martin, *et al.*, 2018). Além de mais, as intervenções políticas, nomeadamente nos Estados-Membros da União Europeia, estruturam-se num sistema multinível de governança – regional, nacional e europeu – o que favorece a criação de redes extralocais (Tödtling & Trippl, 2011).

Em geral, os modelos territoriais de inovação sublinham a importância da proximidade geográfica, consideram diferentes dimensões de proximidade, incluindo a proximidade relacional que se estabelece pela criação de redes à escala de grande proximidade geográfica, não excluindo, no entanto, outras escalas suprarregionais das relações. No entanto, o foco deste subcapítulo é as vantagens resultantes do espaço relacional de proximidade geográfica, pelo que de seguida se exploram as vantagens da aglomeração.

3.5.2. Vantagens da aglomeração: economias e externalidades

A tendência geral para a concentração territorial exibida pelas atividades inovadoras (Saxenian, 1990; Feldman, 1994; Feldman & Schreuder, 1996; Balland, Boschma, & Frenken, 2020) é o ponto de partida para a exploração do papel da proximidade geográfica no processo de inovação. Os fatores que sustentam a tendência para a concentração das atividades económicas são genericamente conhecidos como economias de aglomeração, isto é, a evidência de que as empresas beneficiam do facto de se localizarem na proximidade umas das outras (Marshall, 1920; Scott & Storper, 1992; Porter, 1990 e 1998; Frenken, van Oort, & Verburg, 2007).

Para Krugman (2000) esses benefícios advêm da redução dos custos de transação associados a economias de escala que resultam em rendimentos crescentes ao nível interno das empresas. Nesta abordagem, os mecanismos de aglomeração estão associados aos rendimentos crescentes que motivam os agentes individuais a concentrarem a sua produção, à redução dos custos de transação que tornam preferíveis as localizações próximas dos grandes mercados e aos fatores de mobilidade que estimulam os produtores a deslocarem-se para uma localização que lhes permita aumentar o tamanho do mercado e, desta forma, contribuem para reforçar a atratividade nessa localização.

No entanto, Frenken, van Oort e Verburg (2007) consideram que esta leitura das externalidades é muito redutora. Uma das correntes de estudo em torno das economias de aglomeração sustenta-se nas vantagens da crescente especialização, identificadas como economias de localização ou externalidades de *Marshall – Arrow – Romer*: são economias externas disponíveis para todas as empresas dentro de um mesmo sector, provenientes da concentração do mercado de trabalho, da criação de fornecedores especializados e da emergência do efeito de *spillover* especializado do conhecimento (Feldman, 2000a; Frenken, van Oort, & Verburg, 2007; Vatne, 2011; Vale, 2012; Caragliu, de Dominicis & de Groot, 2016).

Quadro 26: Síntese das vantagens das economias de aglomeração

Economias de localização ou externalidades de <i>Marshall – Arrow – Romer</i>	Economias de urbanização ou externalidades de <i>Jacobs</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Economias de escala resultantes do processo de especialização das atividades económicas, da crescente divisão do trabalho e da standardização da produção dentro de uma determinada localização, que origina rendimentos crescentes de escala, reforçando ainda mais a especialização; • Benefícios resultantes da especialização do mercado de trabalho local, originando bolsas especializadas de capital humano, produzidas coletivamente pelas diferentes organizações colocalizadas que geram um mercado de trabalho local dinâmico; • Ganhos de eficiência resultantes das formas de organização da produção e da divisão do trabalho, proporcionando acesso a <i>inputs</i> locais intermédios especializados numa determinada indústria, mais baratos e de melhor qualidade; • Vantagens competitivas resultantes da contínua especialização tecnológica e das relações de competição e de interdependência que se estabelecem; • Rapidez e reforço do fluxo de informação e de ideias, sejam <i>inputs</i> intencionais desenvolvidos nas relações comerciais, ou <i>inputs</i> não comerciais, sob a forma de <i>spillover</i> do conhecimento (tecnológico e não tecnológico) que é externo às empresas, mas interno a uma determinada indústria e a uma determinada região, enquanto conhecimento invisível (<i>knowledge is in the air</i>) libertado durante o processo de aprendizagem e inovação e adquirido através das relações sociais; • Reforço da confiança e redução da incerteza proporcionado pelos mecanismos de controlo e de reputação inseridos nas redes sociais e nas instituições locais, reforçando os processos de aprendizagem e de <i>spillover</i> do conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Partilha de investimentos de elevado custo relacionados com as grandes infraestruturas (ex. de comunicação e de transportes, equipamentos públicos, etc.) e de serviços públicos e privados usados por diferentes indústrias; • Maiores oportunidades de acesso a universidades, organizações públicas e privadas de investigação, associações comerciais, empresariais e outras organizações geradoras de conhecimento que se encontram normalmente localizadas nas cidades; • Redução dos custos de acesso ao conhecimento; • Benefícios decorrentes da inserção em ambientes inovadores, resultantes duma densa presença organizacional (não apenas de carácter económico, mas também sociais, políticas e culturais) que suportam a produção e absorção de conhecimento (particularmente <i>know-how</i>) e que beneficia os processos de inovação; • Troca de conhecimento complementar entre diferentes empresas e agentes económicos das diferentes indústrias e dos diferentes serviços de uma determinada cidade, aumentando as oportunidades de interação, copia, modificação, cruzamento e recombinação de ideias, práticas e tecnologias entre diversas indústrias; • Processos dinâmicos de recombinação de conhecimento ou de criatividade, simultaneamente diverso, mas relacionado, possibilitados por um ambiente heterogéneo composto por diferentes indústrias e serviços que partilham condições institucionais similares, gerando <i>spillover</i> de conhecimento diversificado, mas parcialmente relacionado que pode favorecer os processos de inovação; • Oportunidade para a ocorrência de acasos e felizes coincidências, provenientes da diversidade, isto é, a reunião numa mesma localização de diferentes atividades económicas relacionadas, que podem gerar oportunidades de inovação.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Feldman (2000a), Frenken, van Oort e Verburg (2007), Vatne (2011), Vale (2012) e Caragliu, de Dominicis e de Groot (2016) van Oort e Lambooy (2021) e Karlsson e Gråsjö, (2021).

Em termos de inovação, advoga-se que a aglomeração territorial de empresas pertencentes a um mesmo setor industrial proporciona ativos e atividades que facilitam a aprendizagem e o *spillover* do conhecimento, dado que uma empresa pode aprender com outras empresas, dentro do mesmo tipo de indústria, através de redes especializadas que, por sua vez, reforçam a especialização dentro da cadeia de valor (Feldman, 2000a). Tal permite a Frenken, van Oort, e Verburg (2007) teorizarem que os benefícios resultantes das economias de localização estimulam essencialmente inovações incrementais e inovações do processo, uma vez que emitem *spillover* especializado com origem em empresas semelhantes, produzindo produtos também eles semelhantes. É nas externalidades de *Marshall – Arrow – Romer* que se enraízam os trabalhos em torno dos distritos industriais (Becattini, Bellandi, & De Propris, 2009; Hart, 2009), os trabalhos do GREMI sobre meios inovadores (Maillat, Quévit & Senn, 1993; Crevoisier, 2001) e os trabalhos sobre *clusters* (Porter, 1990, 1995, 1998 e 2000; Porter & Ketels, 2009).

Outra das correntes de estudo em torno das economias de aglomeração está associada às vantagens das economias de urbanização ou externalidades de *Jacobs*: são economias de escala externas às empresas mas internas a uma determinada cidade ou região, provenientes da aglomeração em larga escala ou da cidade como um todo e, conseqüentemente, da ampla variedade de setores que aí se localizam, disponíveis para todas as empresas locais, independentemente dos sectores ou da indústria a que pertencem (Feldman, 2000a; Vatne, 2011; van Oort & Lambooy, 2021). Estas externalidades de especialização são mais fortes nas áreas urbanas de grande densidade (Caragliu, de Dominicis, & de Groot, 2016). Contrariamente à lógica de especialização, esta linha de argumentação sustenta que existem benefícios para a inovação resultantes do *spillover* do conhecimento proveniente da diversidade e da colaboração diversificada entre empresas de diferentes indústrias e da concentração de atores empresariais, universidades, consumidores, governo (Frenken, van Oort, & Verburg, 2007). Tal permite que Frenken, van Oort e Verburg (2007) teorizem que os benefícios resultantes das externalidades de *Jacobs* facilitem particularmente a emergência de inovações radicais e de produto, uma vez que a recombinação do conhecimento e das tecnologias de diferentes sectores propiciam a criação de novos produtos ou tecnologias, pelo que o efeito das economias de aglomeração é mais forte nas indústrias intensivas em tecnologia (Caragliu, de Dominicis, & de Groot, 2016). Esta abordagem sustenta a ideia de que, em

dose certa, uma certa distância cognitiva, organizacional e social, proporciona a necessária diversidade para a aprendizagem interativa e para a produção de conhecimento e inovação (Boschma, 2005). Como evidenciam Caragliu, *et al.*, (2016), as externalidades de *Jacobs* evidenciam, por um lado, um efeito de diversificação favorecendo processos de variedade relacionada e, por outro lado, um efeito de portfólio, favorecendo os processos de variedade não relacionada. Isto é, este tipo de externalidades propiciam oportunidades de *spillover* entre indústrias de setores diferentes mas que navegam em conhecimento similar, possibilitando a fertilização cruzada de conhecimento, verificando-se a capacidade de absorção de conhecimento por parte das organizações pertencentes a esses setores industriais com comunalidades de conhecimento (Content & Frenken, 2016), com prestações positivas na dinâmica regional de inovação (Antonelli, *et al.*, 2017), aumentando a oportunidade de exportação de novos produtos próximos dos já exportados pela região ou país, relacionado com o conceito espaço do produto e fazendo a ponte com os conceitos de complexidade económica (Hidalgo & Hausmann, 2009; Balland, *et al.*, 2020; Hidalgo, 2021) e diversificação económica – processo que leva os lugares a entrarem em novas atividades económicas (Hackbart & Anderson, 1975; Grillitsch & Asheim, 2018; Pinheiro, *et al.*, 2021).

Ambas as perspetivas sobre as economias de aglomeração (especialização e diversificação) assumem a premissa da proximidade geográfica e ambas geram benefícios por via do *spillover* do conhecimento (Caragliu, de Dominicis, & de Groot, 2016). No entanto, divergem quanto às restantes dimensões de proximidade (cognitiva, organizacional, social e institucional), sustentando-se em duas interpretações, aparentemente dicotómicas, entre as vantagens da especialização (elevada proximidade multidimensional) e as vantagens da variedade (maior variabilidade no grau de proximidade multidimensional). No entanto, esta aparente dicotomia não é inultrapassável (Boschma, 2005). A questão, segundo Frenken, van Oort e Verburg (2007) reside na determinação da dose mais apropriada para que a combinação de sectores numa economia regional amplie e potencie o efeito de *spillover* do conhecimento e favoreça os processos de inovação. É desse equilíbrio ótimo entre a variedade e a especialização que emergem oportunidades para aumentar a prestação inovação das organizações e promover o desenvolvimento regional a partir da variedade relacionada. (Boschma & Frenken, 2012; van Oort, de Geus, & Dogaru, 2015; van Oort & Lambooy, 2021; Pinheiro, *et al.*, 2021). No entanto, as oportunidades de variedade não relacionada, isto é, de diversificação da prestação

inovadora e das atividades económicas por processos de integração de conhecimento e tecnologias não relacionados são importantes para evitar processos de *lock-in* e para o desenvolvimento de inovação, nomeadamente a mais radical (Castaldi, Frenken, & Los, 2015; Pinheiro, *et al.*, 2021).

3.5.3. Aprendizagem e difusão do conhecimento: processos de interação cara-a-cara e de *buzz* local

Os processos de aprendizagem e *spillover* do conhecimento são essenciais para os processos de inovação e para a prestação inovadora das organizações, sendo apontados como uma das principais causas da tendência para a concentração geográfica das atividades inovadoras (Feldman, 1994; Almeida & Kogut, 1997; Segarra-Blasco, *et al.*, 2018; Li, Li, & Wu, 2019; Kekezi & Klaesson, 2020; Kaur, *et al.*, 2021). Para além da proximidade geográfica, existem outras condições que podem influenciar a variabilidade dos processos de *spillover* do conhecimento, como por exemplo, as características e a natureza do conhecimento base (Moodysson, Coenen, & Asheim, 2008; Asheim, 2011; Asheim, Grillitsch, & Tripl, 2017; Barra, Maietta, & Zotti, 2019); os estádios de evolução do conhecimento ao longo do ciclo de descoberta, ao longo da cadeia de valor e ao longo dos ciclos de vida da inovação (*exploration*, *examination* e *exploitation*) (March, 1991; Nooteboom, 2000; Gilsing & Nooteboom, 2005 e 2006; Audretsch, *et al.*, 2020); ou as outras dimensões da proximidade – cognitiva, organizacional social, institucional e relacional (Amin & Cohendet, 2004; Knobens & Oerlemans, 2006; Amin & Roberts, 2008; Davids & Frenken, 2018).

A literatura em torno da dicotomia *buzz* local – *pipelines* globais (Storper & Venables, 2004; Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004) dá-nos um importante contributo para a compreensão dos processos locais de *spillover* do conhecimento. Nestes trabalhos, a proximidade territorial está associada a relações de elevada proximidade física que possibilitam o contacto cara-a-cara. Trata-se, no essencial, de redes pessoais sem necessidade de recurso a qualquer tipo de suporte tecnológico de comunicação, o que não impede, no entanto, a sua utilização. Esta proximidade territorial possibilita conjugar o melhor de dois mundos no que toca ao *spillover* do conhecimento. Por um lado, o *spillover* do conhecimento é realizado via relações presenciais, havendo sobreposição entre proximidade relacional e geográfica. Por outro lado, o *spillover* de conhecimento pode ser

complementado localmente também por via das relações tecnologicamente mediadas. O aumento da distância geográfica cria constrangimentos nos processos de interação cara-a-cara, embora não seja impossível combinar estratégias que possibilitem a sua utilização temporária (Bathelt & Schuldt, 2010 e 2011; Bathelt & Turi, 2011; Cao, *et al.*, 2021).

Quadro 27: Síntese das vantagens dos contactos cara-a-cara

Vantagens dos contactos cara-a-cara	
Eficácia	Particularmente para a transmissão de mensagens complexas e difíceis de codificar, permite um <i>feedback</i> imediato durante a comunicação e uma comunicação multidimensional – verbal, física, contextual, intencional, afetiva e até não intencional – mesmo em contextos de I&D, possibilitando assim cumprir as funções informacionais e integradoras ⁵⁵ do processo de comunicação.
Confiança	A copresença minimiza a incerteza e a manipulação da comunicação, reduzindo os riscos de oportunismo, aumentando a transparência e ajudando a descortinar as reais intenções do ‘outro’, o que favorece a construção de relações de confiança (cognitiva e afetiva), particularmente importantes em contextos de grande incerteza como, por exemplo, nas fases iniciais de desenvolvimento dos projetos ou em processos disruptivos.
Socialização	Facilita a criação e desenvolvimento de redes informais – sociais e profissionais – através das quais se vão partilhando conhecimento e competências. Embora nas profissões académicas, baseadas em conhecimento analítico, este processo não obrigue à colocação, os contactos cara-a-cara, contribuem para o reforço destes processos, como é o caso, por exemplo, das conferências internacionais. No entanto, as atividades baseadas no conhecimento sintético e simbólico, com matrizes de forte pendor tácito e metafórico, estão mais embrenhadas em contextos específicos. Este tipo de contactos cara-a-cara são essências nos momentos de origem de uma comunidade de prática ou de uma comunidade epistémica.
Filtragem	Ao proporcionar que todos os potenciais parceiros se conheçam, nem que seja através de um passado comum, adquirido através de processos de socialização, possibilita uma filtragem e avaliação constata dos membros de um determinado grupo social.
Motivação	A comunicação multidimensional que caracteriza este tipo de interação pode estimular, para além da troca de informações, o esforço para imitar os outros e até pode servir de motivação para ser ainda melhor que os outros.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Storper e Venables (2004), Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), Asheim e Coenen (2007), Bathelt e Turi (2011), Bathelt e Cohendet (2014), Grove (2019) e Lee (2020).

O Quadro 27 faz a síntese das vantagens dos contactos cara-a-cara proporcionadas pela proximidade geográfica. Estas vantagens ajudam a compreender a importância do “being there” (Gertler, 1995), assim como comprova a “exaggerated death of geography” (Morgan, 2004).

A característica mais vincada e distintiva da comunicação cara-a-cara é que esta é a mais apropriada para a transmissão de conhecimento complexo com um forte pendor tácito. Esta forma de comunicação multidimensional, proporcionada pela colocação geográfica, é um mecanismo que possibilita a interpretação, o codesenvolvimento e a reinterpretação do conhecimento entre dois ou mais indivíduos, facilitando as formas colaborativas intencionais e até o *spillover* do conhecimento em formas não intencionais (entre pares científicos, comunidades epistémicas, ou comunidades de prática) (Asheim, Coenen, & Vang, 2007).

⁵⁵ Partindo da exploração da literatura no campo da psicologia social Bathelt e Turi (2011, p. 521 e 522) procuram reforçar a sustentação do caráter único e multidimensional proporcionado pela comunicação cara-a-cara. Para uma melhor compreensão das funções informacionais e integradoras recomenda-se a leitura deste artigo.

No entanto, o contacto cara-a-cara, enquanto mecanismo de *spillover* do conhecimento, não tem a mesma importância para todo o tipo de conhecimento e, conseqüentemente, existe variabilidade consoante o conhecimento base envolvido no processo de inovação, como documentam Asheim e Coenen (2005 e 2007) Asheim (2007) Asheim, Coenen e Vang (2007) e Gertler (2008). Conforme já foi explorado no primeiro capítulo, este é um modo de comunicação com particular relevância para as atividades de inovação baseadas no conhecimento sintético e simbólico. Quanto às atividades de inovação em torno do conhecimento analítico, pela sua codificabilidade, não são tão dependentes das formas de comunicação cara-a-cara. No entanto, nos momentos que antecedem a possibilidade de codificação (fase muito inicial do processo da investigação ou numa fase muito inicial de descoberta cientificamente disruptiva) os contactos cara-a-cara entre os membros da equipa de investigação podem ser imprescindíveis para gerar confiança cognitiva e afetiva (Grove, 2019). Pode ainda desempenhar algumas funções como meio de comunicação horizontal entre pares em comunidades de prática locais (Asheim, Coenen, & Vang, 2007).

Particularmente nas situações de criação de ideias radicalmente novas, mesmo quando este tipo de conhecimento é desenvolvido dentro de uma comunidade epistémica, no seu momento de orte, a ascensão do conhecimento e da respetiva comunidade epistémica dos estádios de *underground* para os de *middleground* e finalmente para o *upperground*⁵⁶ (Cohendet, Grandadam, & Simon, 2010) implica grande proximidade territorial e intensos contactos cara a cara (Cohendet, *et al.*, 2014). A origem deste modelo interpretativo dirige-se à explicação da anatomia das cidades criativas (Cohendet, Grandadam, & Simon, 2010, p. 100), isto é, para explicar a emergência de disrupções a partir do conhecimento base simbólico, por exemplo no *cluster* de videojogos de Montreal (Grandadam, Cohendet, & Simon, 2013). No entanto, Cohendet, *et al.* (2014) sustentam que o mesmo pode ser aplicado à emergência de comunidade

⁵⁶Propondo-se explorara a anatomia da cidade criativa, Cohendet, Grandadam e Simon (2010) propõem um modelo interpretativo evolutivo, composto por três níveis interrelacionados, através dos quais o conhecimento e respetivas comunidades epistémicas evoluem dentro do espaço geográfico de proximidade, no processo de produção de conhecimento radicalmente diferente face à tendência dominante ou até conhecimento novo. O *underground* é o estádio informal e invisível que reúne indivíduos com interesses comuns graças à grande proximidade geográfica e corresponde ao momento em que ocorre a produção de *exploration knowledge*, muitas vezes ainda pouco estruturado e não codificado. O *middleground* é o estádio intermédia onde ocorrem o processo de transição da informalidade para a formalização do conhecimento e da comunidade epistémica, aumentando a codificação do conhecimento produzido e a visibilidade da comunidade epistémica. O *upperground* corresponde ao estádio de *exploration knowledge* em que o grau de codificação do conhecimento passa a assumir a forma de produtos ou serviços e é geograficamente difundida a escalas mais globais e a comunidade assume uma visibilidade também ela supralocal. Para aprofundar a exploração deste modelo sugere-se a análise dos trabalhos de Cohendet, Grandadam e Simon (2010), Grandadam, Cohendet e Simon (2013) e Cohendet, *et al.*, (2014).

epistémicas e de conhecimento disruptivo originado a partir do ecossistema científico (conhecimento analítico). No fundo sustentam que estas comunidades, no seu momento de origem, estão engrenadas em lugares específicos, mas ambicionam o alcance e o reconhecimento global (Cohendet, *et al.*, 2014; Capdevila, Cohendet, & Simon, 2018).

Em síntese, pode-se considerar que os benefícios da comunicação cara-a-cara são um forte argumento para explicar a concentração geográfica das atividades económicas, sobretudo para aquelas que se enraízam no conhecimento sintético e simbólico, embora com algum impacto também nas do conhecimento analítico (Asheim, Coenen, & Vang, 2007). No entanto, a comunicação cara-a-cara pode ser conjugada com outras estratégias de comunicação permitindo configurações geográficas de proximidade/distância variáveis (Bathelt & Turi, 2011; Bathelt & Glückler, 2011; Bathelt & Cohendet, 2014).

Quadro 28: Síntese das vantagens do *buzz* local

Vantagens do <i>buzz</i> local	
Eficácia	Particularmente vocacionado para aceder a formas não deliberadas de troca de informação e conhecimento, pelo que é um processo espontâneo e fluído sem que sejam necessários investimentos particulares, que gera múltiplas oportunidades de comunicação pessoais em torno de informação específica (certo grau de proximidade cognitiva) que possibilita uma atualização constante da aprendizagem e do capital social e relacional.
Confiança	A proximidade geográfica permite a inserção no contexto para a descodificação do conhecimento e para a partilha de tradições, hábitos e culturas (reduz a distância social e institucional/cultural), reduzindo a incerteza quanto à validade do conhecimento veiculado. Por outro lado, a multiplicação de contactos e a imersão nas redes geograficamente concentradas de que resulta o <i>buzz</i> permite cruzar e confrontar a informação, o conhecimento e avaliar e difundir reputação e reconhecimento, uma vez que os participantes são simultaneamente contribuintes e beneficiários da informação e do conhecimento veiculado.
Socialização	A imersão nas redes informais dos lugares facilita a criação de proximidade social e institucional/cultural, levando à partilha não intencional de informação e conhecimento e à criação de confiança e reputação.
Filtragem	A imersão no contexto territorial, através da participação nas redes locais e a multiplicidade, simultaneidade e cruzamento de contactos daí resultante possibilita o cruzamento de informação e conhecimento. É a colocação que permite aos indivíduos e às empresas descodificarem o <i>buzz</i> e daí retirarem a necessária utilidade.
Motivação	Forma eficiente de aceder ao <i>know-who</i> muito relevante e de difundir atividades que navegam numa dimensão essencialmente tácita do conhecimento, amplamente dependente do contexto local e enraizadas em particularidades culturais (conhecimento simbólico), assim como aceder e difundir informação sobre a reputação dos investigadores dentro da comunidade científica ou aceder antecipadamente a ideias e projetos ainda em curso nos casos das organizações ou indivíduos que trabalham fundamentalmente com conhecimento analítico.

Fonte: elaborado a partir dos trabalhos de Storper e Venables, (2004), Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), Malmberg e Maskell, (2006), Asheim, Coenen e Vang (2007), Moodysson (2008), Sotarauta, *et al.* (2011) e Arribas-Bel, Kourtis e Nijkamp, (2015).

Outro conceito que explora a forma como se processa o *spillover* do conhecimento que ocorre por via da proximidade territorial é o conceito de *buzz*⁵⁷. Esta é uma forma de comunicação diferente da comunicação cara-a-cara. Segundo (Asheim, Coenen, & Vang, 2007) o que distingue o *buzz* da comunicação cara-a-cara é que aquele é uma forma espontânea e não deliberada de troca de informação e conhecimento, sem que sejam necessários investimentos particulares e que geram múltiplas oportunidades de comunicações pessoais (Asheim, Coenen, & Vang, 2007). Assim, o *buzz* pode resultar da multiplicação de contactos cara-a-cara geograficamente concentrados, cujo acesso implica a imersão nas redes desses lugares (Storper & Venables, 2004). Isto é, a multiplicidade, simultaneidade e cruzamento de contactos cara-a-cara num lugar e a multiplicidade, simultaneidade e cruzamento de informação e conhecimento que daí resulta é aquilo a que Storper e Venables (2004) chamam de *buzz*. Como sublinham Asheim, Coenen e Vang, (2007), o *buzz* local produz-se pela concentração de atores que são simultaneamente contribuintes e beneficiários desta difusão da informação, facilitada pela colocação dentro de uma região e pela participação nas várias instituições economico-sociais, o que permite às empresas descodificarem o *buzz* e daí retirarem a necessária utilidade (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004; Malmberg & Maskell, 2006). É o “being there” em ação (Gertler, 1995). A difusão do *buzz* no *cluster* depende, assim, da evolução das estruturas de relações sociais entre os atores locais ao longo do tempo. Por sua vez, este processo de construção institucional facilita a criação de comunidades (de prática ou epistémicas) que possibilitam a interpretação, o reforço e a difusão do *buzz* local (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004; Malmberg & Maskell, 2006). Assim, o *buzz* é um processo grupal de geração e troca de informação e conhecimento. A forma mais eficiente é por via do contacto cara-a-cara, mas também pode ocorrer em redes virtuais. Particularmente nas grandes cidades, na era das *smart cities*, o *buzz* urbano resulta da vizinhança espacial que conjuga comunicação social e interações cara-a-cara (Arribas-Bel, Kourtis, & Nijkamp, 2015) o que significa que a comunicação tecnologicamente mediada (uma possível forma de *buzz* virtual) é outro elemento presente neste *buzz* local.

⁵⁷ “information flows, gossip and news create a complex multilayered information and communication ecology which we refer to as local buzz” (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004, p. 45).

Segundo Storper e Venables (2004, p. 365) as *buzz cities* são os locais por excelência onde se pode encontrar este ambiente de *buzz* e onde o seu efeito é mais eficaz. Nesta visão mais próxima das externalidades de Jacobs, as cidades do *buzz* funcionam como um íman, atraindo talento, proporcionando oportunidades eficientes de socialização e possibilitando a resolução de problemas pelo contacto cara-a-cara. Arribas-Bel, Kourtis e Nijkamp (2015) consideram que o *buzz* urbano resulta de três tipos de economias externas: as economias da densidade – resultantes da concentração espacial de pessoas e atividades – as economias da proximidade – resultantes do acesso físico e social entre pessoas e atividades – e as economias da conectividade – resultantes do capital social e das ligações em redes físicas e virtuais entre diferentes grupos de pessoas e diferentes atividades. Ao longo do trabalho Arribas-Bel, Kourtis, e Nijkamp (2015) sustentam e demonstram que existe um efeito significativamente positivo resultante da diversidade cultural. Deste trabalho, pode-se interpretar que os autores, sem o explicitarem, estão a apontar a existência de uma quarta economia externa: as economias da diversidade – resultantes da concentração e conectividade da diversidade sociocultural.

Na abordagem de Bathelt, Malmberg e Maskell (2004); Malmberg e Maskell, (2006) Asheim, Coenen, e Vang (2007) o *buzz* não se produz apenas nas cidades mas ocorre noutros territórios. Nesta abordagem são sublinhadas as vantagens da especialização e, subsequentemente, as externalidades positivas de *Marshall–Arrow–Romer*: A natureza espontânea, fluida e não intencional é o que caracteriza o *buzz*, mas neste caso é sublinhada a natureza específica da informação veiculada que possibilita uma actualização constante da aprendizagem. Quando a informação está inserida num contexto interpretativo comum, possibilita a sua partilha e compreensão. Tal significa que, para além da proximidades geográfica, necessita de um certo grau de proximidade cognitiva, para a sua descodificação. Admite-se ainda que esta forma de comunicação possibilita a partilha de tradições, hábitos e culturas, contribuindo para encurtar a distância nestas dimensões.

A importância deste processo de *spillover* varia em função do conhecimento base. Para as atividades baseadas no conhecimento analítico este é um processo com um papel marginal. Pode contribuir para difundir informação sobre a reputação dos investigadores dentro da comunidade científica ou para um acesso antecipado a ideias e projetos ainda em cursos. A possibilidade de acesso antecipado a este conhecimento é muito importante para as indústrias baseadas no conhecimento analítico (Asheim, Coenen, & Vang, 2007). No entanto,

ao estudar o Medicon Valley, Moodysson (2008) demonstra que os processos de *buzz* local estão normalmente ausentes, sendo que a criação interativa de conhecimento está configurada em comunidades profissionais alcançáveis por um processo de seleção cuidadosa, intencional e formal dos parceiros profissionais qualificados.

Também para as atividades de inovação enraizadas no conhecimento sintético, os processos de comunicação do *buzz* são marginais, por causa dos processos de relação predominantemente bilateral que, como já referimos, se apoiam essencialmente na comunicação cara-a-cara (Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Sotarauta, *et al.*, 2011).

É sobretudo para as atividades centradas no conhecimento simbólico que o *buzz* é considerado crucial. Pelo facto de serem atividades que navegam numa dimensão essencialmente tácita do conhecimento, amplamente dependente do contexto local e enraizadas em particularidades culturais, o *know-who* é muito relevante e o *buzz* local revela-se uma forma eficiente de a ele aceder e o difundir (Asheim, Coenen, & Vang, 2007; Berg, 2018). Por outro lado, as comunicações mediadas tecnologicamente podem gerar e permitir o acesso ao *buzz* digital, denominado de “eLocal buzz” (Sotarauta, *et al.*, 2011, p. 1327).

A comunicação cara-a-cara e *buzz* são dois processos distintos na produção de *spillover* do conhecimento e inovação. O primeiro está mais vinculado aos processos de inovação que navegam no conhecimento essencialmente sintético, embora também seja útil para as que bolinam no analítico e no simbólico. O segundo, por sua vez, revela-se fundamental para as indústrias do conhecimento simbólico, podendo desempenhar funções de difusão de informação e reputação para as que se baseiam no analítico e no sintético.

No entanto, o *buzz* não é um processo exclusivamente local. Maskell, Bathelt e Malmberg, (2006) Asheim, Coenen e Vang (2007), Bathelt e Schuldt (2010), Schuldt e Bathelt (2011) e Bathelt e Turi (2011) apresentam formas de *buzz* global, nomeadamente aquele que se produz nas feiras internacionais de negócios. Sendo estas feiras um espaço de copresença de expositores provenientes das mais diversas origens geográficas, são vistos como plataformas onde se produz *buzz* global, possibilitando a canalização de conhecimento para os *clusters* locais, contribuindo assim para aumentar o *buzz* local e reduzir os riscos de *lock-in*. Mas se esta forma de *buzz* é global, ainda assim os mecanismos de colocalização, ainda que temporária, e de contacto cara-a-cara são mecanismos indispensáveis para aceder a este *buzz* global. Por outro lado, há uma crescente demonstração da importância dos *pipelines* globais (Owen-Smith & Powell, 2004a; Bathelt,

Malmberg, & Maskell, 2004), dos *eGlobal pipelines* (Sotarauta, *et al.*, 2011) e do *buzz* virtual (Bathelt & Schuldt, 2010; Bathelt & Turi, 2011), o que nos remete para a importância de se adotar uma abordagem geograficamente relacional dos processos de inovação, cujo espaço relacional de produção do conhecimento é, cada vez mais, translocal, transregional e transnacional (Bathelt & Cohendet, 2014), com dinâmicas territoriais de combinação do conhecimento que se desenvolvem sob formas multilocais e multiescalares (Crevoisier & Jeannerat, 2009). Daí a importância de explorar o papel das outras escalas geográfica que se desenvolverá nos subcapítulos seguintes.

Quadro 29: Matriz de relação da proximidade geográfica com as restantes dimensões de proximidade.

Espaço Relacional de Proximidade Geográfica	
Cognitiva	Facilita a translação de conhecimento com forte dimensão tácita, mas também com forte dimensão codificada dado que a sua interpretação e assimilação necessita de recorrer à dimensão tácita (contactos cara-a-cara); Facilita o acesso às externalidades do conhecimento geograficamente limitadas assim como a aprendizagem pela imitação e a aprendizagem interativa; Facilita a formação e desenvolvimento de comunidades de prática e epistémicas que ajudam a interpretar e a gerar o <i>buzz</i> local; Facilita as atividades de <i>exploration knowledge</i> .
Organizacional	Facilita as relações informais, as relações profissionais e a divisão do trabalho de inovação graças às economias de localização; Promove relações mais pessoais, os contactos cara-a-cara, entre membros de diferentes organizações, facilitando o processo de construção de confiança entre as organizações; Facilita as relações de cooperação horizontal na I&D entre organizações, nomeadamente com empresas não relacionadas verticalmente e entre organizações de investigação ou organizações governamentais; Facilita a criação de uma linguagem comum dentro de uma mesma organização, ou entre diferentes organizações envolvidas em processos de I&D; Facilita a monitorização, comparação e a rivalidade entre empresas que competem entre si, fomentando a inovação e a diferenciação, permitindo aceder e gerar <i>buzz</i> .
Social	Facilita as relações socialmente <i>embedded</i> entre as empresas, através da criação de laços sociais e profissionais, gerando redes sociais formais ou informais entre o capital humano de diferentes empresas, que funcionam como canais de difusão e troca de conhecimento com valor; Facilita a construção e o reforço da confiança e a reciprocidade necessária, concionando como mediador do conhecimento para que se difunda conhecimento, ocorram aprendizagens significativa e facilite o acesso a capital de risco; Facilita a criação de redes sociais informais e a comunicação cara-a-cara que proporciona <i>spillover</i> do conhecimento, permitindo aceder e gerar <i>buzz</i> , o acesso ao <i>know-who</i> ; Facilita as relações entre organizações de diferentes esferas de ação (empresas, universidades, agências governamentais, associações, fundações, etc.), dado que a reputação social facilita o desempenho do papel de <i>boundary spanning</i> entre as diferentes esferas organizacionais facilitando a emergência dos processos de inovação; A ação individual e coletiva dos empreendedores facilita a translação do conhecimento, promove a construção e dinamização institucional, contribui para a formação de <i>clusters</i> e atrai novos atores à região.
Institucional	Favorece e facilita a criação e o desenvolvimento de instituições, através da ação individual e coletiva dos empreendedores, contribuindo para a formação de <i>clusters</i> e para a atração de novos atores para a região; Facilita a criação de normas e hábitos com impacto na compreensão mútua, sobretudo quando estão em causa projetos complexos, assim como o desenvolvimento da confiança e a criação de redes interorganizacionais; Facilita a difusão e recrutamento de especialistas a partir do mercado local de trabalho, nomeadamente através do acesso ao <i>buzz</i> local.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Porter (1990 e 1998), Zucker e Darby (1996), Keeble, *et al.*, (1999), Fritsch (2001), Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), Morgan (2004), Dahl e Pedersen (2004), Boschma (2005), Feldman, Francis e Bercovitz (2005), Fontes (2005a), Gilsing e Nooteboom (2005 e 2006), Waxell e Malmberg (2007), Aharonson, Baum e Feldman (2007) e Fontes, Sousa e Videira (2009).

Em síntese, a proximidade geográfica gera economias externas às empresas, mas internas à aglomeração, pelo que existem vantagens da colocalização dos atores económicos, pelo acesso aos recursos gerados localmente, com particular relevância para as externalidades do conhecimento nos processos de inovação. O Quadro 29 procura elaborar uma síntese das vantagens da proximidade geográfica. Como se pode constatar, a proximidade geográfica facilita o processo de criação de outras dimensões da proximidade, importantes para os processos de produção e translação do conhecimento e para a aprendizagem interativa: favorece e fortalece a proximidade cognitiva, organizacional, social e institucional (Boschma, 2005) através de mecanismos específicos de proximidade relacional como os contactos cara-a-cara e o *buzz* local.

3.5.4. O espaço relacional de proximidade geográfica na inovação dirigida à humana

Na demanda pelas tendências de colocalização dos diferentes atores e pelas respetivas vantagens relacionais resultantes da proximidade territorial, explora-se a literatura em busca de estudos de caso que permitam caracterizar os nós e as relações do sistema de inovação local/regional dirigido à saúde humana, uma vez que é neste domínio que se enquadra o estudo de caso a desenvolver na segunda parte deste trabalho. Um número significativo dos casos explorados está relacionado com a biotecnologia, dado tratar-se do paradigma tecnológico que vem substituindo o velho paradigma da química (Bud, 1991; Chanda & Caldwell, 2003; Gavrilesco & Chisti, 2005).

Como se sustentou anteriormente, o espaço relacional de proximidade geográfica entre atores individuais e organizacionais é responsável por externalidades do conhecimento geradoras de vantagens. A literatura que se foca na exploração dos processos de inovação destaca o papel da colocalização de e com determinados atores em particular. Embora seja difícil dissociar os atores individuais das respetivas organizações a que pertencem, dado que são mutuamente constitutivos, procurar-se-á explorar cada uma destas duas dimensões.

Em termos individuais, a literatura destaca o papel dos investigadores/cientistas, o dos criativos e o dos empreendedores. A concentração territorial de cientistas

empreendedores⁵⁸ (Etzkowitz, 1983) e a proximidade relacional por ela proporcionada a determinados cientistas, particularmente os *star scientists* (Zucker & Darby, 1996 e 1997), facilita a emergência de *start-ups*. A possibilidade de assegurarem simultaneamente diferentes relações organizacionais entre as universidades e as empresas é um fator explicativo para a proximidade geográfica entre as *start-ups* fundadas por estes acadêmicos e as suas universidades de origem (Zucker & Darby, 1996; Etzkowitz, 1998; Powell, *et al.*, 2002). Nomeadamente no caso das novas empresas dedicadas à biotecnologia, o papel destes *star scientist* justifica que as “firms seemed to follow stars not only in time but also in place” (Zucker & Darby, 1997, p. 507), pelo que onde e quando estes cientistas estão mais ativos, é nesse momento e nesse lugar que aumenta a probabilidade de nascerem *start-ups* de biotecnologia, emergindo assim o padrão espaço-temporal de adoção comercial da biotecnologia (Zucker & Darby, 1997), daí a importância de se promover o apoio à produção científica de excelência (Jonkers & Sachwald, 2018). Também Cooke (2004c; 2004d) identifica como uma das condições para o desenvolvimento da indústria de biotecnologia a capacidade de fixar e atrair para um dado território estes académicos empreendedores, apontando o caso de Singapura⁵⁹ como um dos exemplos em que a atração de cientistas de topo e classe mundial possibilitou a construção de um *cluster* de biotecnologia.

Em geral, a concentração territorial de empreendedores (cientistas ou originários de outros contextos) favorece a translação do conhecimento, a aproximação organizacional, o desenvolvimento institucional e a formação de *clusters*. Estes cientistas ocupam uma posição privilegiada nas redes de coautoria que lhes permite aumentar a produtividade e aceder a conhecimento não redundante (Mohnen, 2021). Feldman, Francis e Bercovitz, (2005) consideram mesmo que estes são um ator central na formação dos *clusters*, através das suas ações individuais e coletivas: são agentes de mudança ao criarem empresas a partir dos recursos locais e mobilizando recursos exógenos; são promotores da aprendizagem e da experimentação através da intensificação das relações com as

⁵⁸ Os cientistas empreendedores, são aqueles que mantêm uma carreira de investigação com vínculo universitário, proporcionando-lhe uma imagem e credibilidade junto do mundo empresarial, ao mesmo tempo que desenvolvem investigação mais orientada para a aplicação, garantindo assim um acesso permanente e direto à fonte do novo conhecimento produzido na universidade (Etzkowitz, 1983).

⁵⁹ Singapura é, segundo Cooke (2004c) um exemplo explícito de como se pode construir um *cluster* por via de políticas baseadas na lógica dos sistemas regionais de inovação.

universidades e organizações de investigação; e são agentes dinamizadores ao criarem instituições locais (associações empresariais e redes de associações) e ao atraírem novos grupos de atores à região. Daí considerarem que os empreendedores têm a capacidade de criar o *cluster* à medida que criam as suas próprias empresas, promovendo a coevolução das condições institucionais e organizacionais em favor dum ambiente de empreendedorismo favorável.

No entanto, estes atores individuais não são suficientes. Faltam os atores organizacionais, o contexto social e um sistema institucional (incluindo o legislativo) favorável à emergência de *start-ups*. É a conjugação de todos estes elementos que ajuda a justificar que apenas algumas regiões e *clusters* locais tenham sucesso no propósito de gerarem *clusters* de nível mundial no campo das biociências (Audretsch, 2001). Passemos então a explorar a dimensão relacional interorganizacional na proximidade territorial.

As universidades, os institutos de investigação e as agências de transferência tecnológica são elementos centrais do subsistema de geração e difusão do conhecimento (Cooke, 2002), uma vez que são eles os principais atores na produção de *exploration knowledge* (Cooke, 2005b; Bercovitz & Feldman, 2007). As universidades têm atravessado transformações ao longo dos últimos anos no sentido do empreendedorismo de base universitária e de um maior envolvimento na comercialização dos processos de inovação (Etzkowitz, 1983 e 1998; Owen-Smith & Powell, 2003 e 2004; Ferreira, *et al.*, 2018; Kawamorita, *et al.*, 2020). A proximidade territorial às universidades e a outras organizações de investigação científica é um dos fatores explicativos para a concentração territorial das empresas, particularmente aquelas cujo conhecimento de base analítico é essencial para o processo de inovação, como é o caso das empresas dedicadas à biotecnologia (Audretsch, 2001; Feldman, 2003; Powell, *et al.*, 2002; Roesler & Broekel, 2017; Smith, Bagchi-Sen, & Edmunds, 2019). Uma das razões são as já referidas vantagens de proximidade aos investigadores e equipas de investigação que produzem o conhecimento, o que facilita a proximidade relacional (Zucker & Darby, 1996 e 1997). A clusterização em determinados territórios de talento científico, altamente qualificado e especializado, que incorpora conhecimento essencial para o processo de inovação, proporcionado e desenvolvido pelas funções desempenhadas nas universidades e laboratórios públicos é uma explicação para que as pequenas e médias empresas intensivas em conhecimento exibam uma tendência para se aproximarem das fontes

externas de I&D, aproximando-se das universidades e reforçando as relações formais e informais, para aumentarem o fluxo de conhecimento proporcionado pela proximidade territorial a este tipo de organizações (Audretsch, 2001; Feldman & Ronzio, 2001; Audretsch & Feldman, 2003; Schweitzer, 2007; Chen & Marchioni, 2008). Para as pequenas e médias empresas baseadas em ciência, as tecnologias acadêmicas são centrais no seu esforço de I&D, desempenhando as universidades um papel central nas redes interorganizacionais de aprendizagem que se constituem como o *locus* da inovação (Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996; Owen-Smith & Powell, 2003). As principais universidades e organizações públicas de investigação têm ainda a capacidade de canalizarem para determinadas regiões enormes quantidades de fundos nacionais e internacionais dirigidos à investigação que permitem fixar nessas regiões recursos humanos especializados, contribuindo para o desenvolvimento de *clusters* de produção de conhecimento de excelência, reforçando o prestígio desses lugares (Cooke, 2004c; Roesler & Broekel, 2017).

Atendendo ao ciclo de vida da inovação, Feldman (2003) considera que nos estádios iniciais de desenvolvimento de uma tecnologia, as universidades e outras instituições de investigação científica desempenham um papel central enquanto fonte de conhecimento relevante, podendo mesmo agir como âncoras, geradoras de uma especialização geográfica conduzida pela especialização tecnológica dessa universidade âncora. Nesta fase a proximidade geográfica às universidades é relevante (Gilding, *et al.*, 2020). É uma explicação em consonância com a abordagem organizacional sobre as etapas de produção de *exploration knowledge* (Nooteboom, 2000 e 2005; Gilsing & Nooteboom, 2005 e 2006). Assim, as políticas públicas passam a estimular a emergência de novas atividades económicas a partir das universidades e na proximidade territorial desses campus universitários através de programas de reforço das relações de cooperação entre as universidades e as empresas locais, para potenciar os possíveis benefícios de uma relação estreita com os investigadores e rentabilizar economicamente o conhecimento resultante das investigações aí desenvolvidas ou em curso (Etzkowitz, 1998; Feldman & Kelley, 2002). Segundo Cooke (2004 e 2005b) e Ferreira, *et al.*, (2018) os governos regionais procuram construir capacidades através de estratégias regionais direcionadas à ciência e criando também canais regionais de financiamento da ciência de base. No entanto, nem todas as universidades, enquanto organizações complexas, exercem o mesmo impacto na

economia regional e no sistema regional de inovação. Essas diferenças residem nomeadamente na cultura⁶⁰ real e persistente que se vai desenvolvendo ao longo do trajeto institucional de cada universidade, coexistindo culturas do tipo universidades empreendedoras focadas na produção de ciência empreendedora (Etzkowitz, 1983) e culturas favoráveis à *open science* cuja atitude face à transferência tecnológica para a esfera empresarial é menos intencional (Feldman & Desrochers, 2003; Feldman & Desrochers, 2004).

Outro ator importante no caso particular da inovação na saúde são os hospitais, embora sejam frequentemente ignorados nos estudos de caso, daí serem considerados um sistema de investigação escondido (Hicks & Katz, 1996; Saidi, Thune, & Bugge, 2021). As atividades que ocorrem nos hospitais estão intimamente relacionadas com a inovação médica. O contributo deste ator organizacional passa pelos contributos dados a partir da investigação médica e do pessoal clínico, pelo desenvolvimento e difusão de novas práticas e contribui ainda para a evolução das mudanças técnicas nos cuidados de saúde humana (Thune & Mina, 2016). Assim, a localização na proximidade de organizações hospitalares (sobretudo hospitais universitários) pode representar uma oportunidade para se relacionar com estas organizações e acelerar os processos de produção de conhecimento e de translação da inovação. Estas organizações que desenvolvem ensino e formação superior, funcionando como um mecanismo de difusão de conhecimento intergeracional com forte pendor tácito, ao proporcionar *feedback* para a aplicação de terapias inovadoras ou de dispositivos médicos e ao reunir utilizadores especializados conhecedores das necessidades médicas e de um conjunto de soluções plausíveis (Consoli & Mina, 2009). A investigação clínica e os testes clínicos de novos tratamentos, medicamentos ou dispositivos desenvolvidos nos grandes hospitais proporciona ainda grandes bases de dados para a investigação. Em muitos casos, estes são, simultaneamente, hospitais universitários e centros de investigação clínica de excelência (Cooke, 2004c) desempenhando um papel central na produção de *examination knowledge* que valide a funcionalidade dos tratamentos (Cooke, 2005b).

⁶⁰ A cultura é aqui entendida como os valores, as influências e as crenças de uma organização (Feldman & Desrochers, 2003; Feldman & Desrochers, 2004)

À luz do paradigma da investigação translação, que visa acelerar de forma eficiente a transferência das descobertas da investigação básica para inovações terapêuticas, no processo de inovação clínica (terapias, agentes terapêuticos, dispositivos médicos e ferramentas de diagnóstico) os hospitais assumem um papel central no processo de inovação (Zerhouni, 2003; Mather, Fleising, & Taylor, 2004; Mankoff, *et al.*, 2004; Kleinman & Mold, 2009; Wilson-Kovacs & Hauskeller, 2011; Thune & Mina, 2016; Crabu, 2018). Não se restringem ao desempenho do papel mais passivo de utilizador, cliente ou canal de administração de diagnóstico e de terapia, o que já representa um importante papel. A possibilidade de se estabelecer proximidade relacional com este ator organizacional e os profissionais que aí trabalham desempenha um papel ativo, ao possibilitar encurtar a distância entre a investigação de base e a aplicação clínica e acelerar o processo de implementação das inovações nas práticas clínicas ao criarem relações bidirecionais “from research bench to bedside” (Lenfant, 2003, p. 869), e “from bedside to bench” (Martin, Brown, & Kraft, 2008, p. 29). Permite ainda antecipar a identificação de problemas que não encontram resposta cabal ou suficiente nas ferramentas e terapias clínicas *standard* e que pode originar todo um processo de inovação (Lander & Atkinson-Grosjean, 2011).

Tal implica uma aproximação relacional a este ator, que possibilite uma aproximação cognitiva entre as biociências, a medicina e a investigação clínica (Lenfant, 2003; Martin, Brown, & Kraft, 2008; Lander & Atkinson-Grosjean, 2011), mas também envolvendo outros domínios científicos para além das ciências biológicas e ciências médicas como seja a estatística, a gestão de dados ou as ciências sociais (Kon, 2008), juntando diferentes culturas epistémicas (Lander & Atkinson-Grosjean, 2011) o que implica uma certa variedade cognitiva relacionada que proporcione a fertilização cruzada do conhecimento. Implica um reforço colaborativo entre diferentes cientistas de diferentes laboratórios, de clínicos de diferentes especialidades e contextos de aplicação clínica, para além de necessitar do envolvimento homens do mundo dos negócios e dos pacientes (Kon, 2008; Lander & Atkinson-Grosjean, 2011; Boenink, *et al.*, 2018). Trata-se de envolver atores de diferentes esferas sociais – comercial, cívica, clínica, universitária – o que implica uma aproximação entre diferentes esferas sociais e uma certa variedade social relacionada. Implica um reforço colaborativo entre diferentes organizações – organizações prestadoras de cuidados de saúde (hospitais), organizações de investigação universitárias, organizações

de investigação clínica, organizações empresariais, instituições públicas de regulamentação, até organizações profissionais e associações médicas e de doentes (Schwartz & Vilquin, 2003; Lenfant, 2003; Consoli & Mina, 2009; Boenink, *et al.*, 2018) – para permitir “translating the science from the Petri dish to what people do in the privacy of their homes and back again” (Kon, 2008, p. 60) o que significa uma aproximação organizacional, implicando uma certa variedade organizacional relacionada.

Embora a literatura científica seja uma forma de comunicar as teorias e as descobertas aos clínicos, estas são encaradas como formas massivas e passivas de disseminação de informação (Greer, 1988; Kerner, 2006). A translação para a prática clínica é bem mais complexa atendendo às características próprias da prática clínica, que envolvem uma componente forte de *know-how* e de contingência – cada caso clínico é um caso diferente, apesar das semelhanças com outros casos – o que implica estratégias de translação e de integração do conhecimento envolvendo contactos cara-a-cara e recorrendo, pelo menos, à colocação pontual ou temporária (formações especializadas, demonstrações nos hospitais, conferências, congressos) sendo que a proximidade geográfica entre hospitais, laboratórios universitários e empresas facilita a cooperação bidirecional nos processos de inovação clínica (Greer, 1988; Kerner, 2006), para além da necessidade de se gerar uma cultura institucional que facilite o empreendedorismo nos hospitais (Dhainaut, *et al.*, 2020). Também Cooke (2005b) constata a importância da presença de vários hospitais em determinados *clusters* de biociências (ex. Massachusetts) não apenas para o desenvolvimento de testes nos pacientes, mas inclusivamente para o estabelecimento de parcerias com as empresas dedicadas à biotecnologia, somando assim vantagens construídas à região, ao ampliarem as oportunidades de criação e difusão de conhecimento (Cooke, 2006 e 2006a).

As empresas são o ator central. Correspondem, em grande medida, ao subsistema de *exploitation knowledge* (Cooke, 2002 e 2007a). Para estas a proximidade territorial proporciona a criação de relações sociais e de confiança que facilitam a criação de ligações interorganizacionais, permitindo-lhes ainda beneficiar das externalidades que já referimos anteriormente, nomeadamente associadas à translação do conhecimento entre organizações e através das intrincadas redes que se estabelecem no contexto social de proximidade territorial, facilitando a aprendizagem e os processos de inovação (De Propriis, 2008). A progressiva fragmentação da cadeia de valor gera uma crescente complexificação

do processo produtivo. Um bom exemplo dessa fragmentação pode ser encontrado na indústria farmacêutica dominada, até à década de 1980, por grandes empresas verticalmente integradas e oligárquicas (Dosi & Mazzucato, 2006). A rutura provocada pela revolução da biologia celular ou revolução da biotecnologia (Bud, 1991) vem provocar uma destruição criativa na indústria farmacêutica (Eliasson & Eliasson, 1996; Audretsch & Stephan, 1999; Powell, *et al.*, 2002; Lichtenberg, 2006) gerando uma fragmentação da cadeia de valor (Dosi & Mazzucato, 2006), favorecendo o aparecimento de fornecedores especializados e empresas dedicadas à investigação que desafiaram a ‘velha’ estrutura da indústria farmacêutica na hora de internalizar estes novos conhecimentos, abrindo-se a possibilidade de emergirem novos produtos e mercados (Quéré, 2003; Cockburn, 2004). O processo de destruição criativa da farmacêutica possibilitou a emergências de *start-ups*, as novas empresas dedicadas à biotecnologia, localizadas na proximidade das universidades e dos respetivos cientistas que desenvolvem os mais recentes desenvolvimentos no estado da arte das biociências e que, muitas vezes, são responsáveis pela criação dessas *start-ups*. A proximidade relacional desenvolvida por esta colocação vai possibilitar a criação de confiança que, por sua vez, possibilita a antecipação no acesso ao novo conhecimento e a sua incorporação em organizações da esfera empresarial (Cooke, 2005b; Chen & Marchioni, 2008). Gera-se assim uma dependência da proximidade relacional e geográfica ao cientista e à sua universidade de origem, particularmente naqueles casos em que estes cientistas desempenham simultaneamente o papel de fundadores ou de diretores das empresas. Já nos casos em que estes desempenham um papel de consultores científicos a proximidade territorial já não é um fator indispensável (Audretsch, 2001). As empresas *start-ups* surgem na proximidade das fontes de produção e de incorporação de conhecimento e as empresas de biotecnologia localizam-se na proximidade territorial dessas fontes para se inserirem “where the action is” (Cooke, 2001b, p. 280) relativamente aos mais recentes avanços no estado da arte das biociências dirigidas à saúde humana, beneficiando assim das externalidades resultantes do *spillover* do conhecimento. Assim, a colocação territorial de talento científico altamente especializado, de universidades e laboratórios universitários, de hospitais, de empresas dedicadas à biotecnologia e de empresas de capital de risco, associados a outros serviços de apoio à

inovação, como serviços jurídicos de patentes e organizações de investigação clínica⁶¹, e uma opinião pública regional e um contexto social propício que possibilite a construção de vantagens jurisdicionais⁶² (Feldman & Martin, 2005, p. 1235), contribuem para um ecossistema regional favorável à indústria da biotecnologia (Cooke, 2004d e 2005b; Feldman & Lowe, 2008) e vão originar uma geografia de megacentros de biociências, isto é, redes de proximidade geográfica entre laboratórios universitários e empresas dedicadas à biotecnologia que lideram as capacidades de conhecimento nas biociências e os respetivos processos de inovação (Cooke, 2004d, 2005b e 2007a), apoiados por fundos públicos e por políticas públicas dirigidas à criação e consolidação de *clusters* (Santos, Cavaleiro, & Marques, 2010; Santos & Marques, 2012; Philp & Winickoff, 2017).

Apesar de não ser obrigatória a presença das grandes empresas farmacêuticas nestes megacentros de biociências (Cooke, 2004d; 2005b), uma vez que cabe às empresas dedicadas à biotecnologia o papel principal de conversão de *exploration knowledge* em *exploitation knowledge*⁶³, estas podem funcionar como âncora regional. Procurando compreender os processos de especialização dos *clusters* e a sua evolução, Feldman (2003) conclui que determinadas empresas existentes nos *clusters* servem de âncoras que atraem trabalhadores qualificados, empresas intermediárias especializadas e proporcionam *spillover* do conhecimento que beneficia as novas empresas e condicionam o trajeto evolutivo ao proporcionarem especialistas e conhecimento sobre aplicações específicas,

⁶¹ As organizações de investigação clínica são um novo tipo de empresas que surgem muito associadas a ensaios clínicos, e cuja colocação com outras organizações da área da saúde humana favorece a criação e translação do conhecimento. No entanto, nem sempre se encontram localizadas num *cluster* (Cooke, 2005b).

⁶² O conceito de “jurisdictional advantage” (Feldman & Martin, 2005, p. 1235) procura demonstrar que determinados lugares se podem posicionar estrategicamente para obterem vantagens económicas a partir da construção de configurações sociais favoráveis, baseadas em processos de consensualização e de inclusão dos assuntos económicos nos processos de tomada de decisões. O conceito de jurisdição implica o desenvolvimento de leis, regulamentos e convenções que proporcionam sistemas de governança e inovação. Pode ser aplicado à escala nacional, regional e municipal, ou conjugando estas três escalas jurisdicionais. O conceito de jurisdição, nesta perspectiva, inclui os atores dinâmicos (animados) como as empresas, os governos, as instituições administrativas, educativas, culturais e os cidadãos, assim como os atores estáticos (inanimados) como os recursos naturais e as infraestruturas. As escolhas coletivas que os atores fazem ao longo do tempo e as estratégias formuladas e implementadas coletivamente dão um carácter único e irrepetível aos lugares, conferindo um cunho diferenciador aos lugares. Funciona como uma vantagem económica para as empresas que aí se localizam pelas características específicas e únicas que se vão construindo ao longo do tempo e que resultam em vantagens emanadas dos acordos laborais locais, da experimentação de novos modelos de negócio, do desenvolvimento da divisão local do trabalho inovador e do estabelecimento de ligações institucionais e organizacionais específicas e idiossincráticas dos lugares, e que são difíceis de transferir ou de replicar, constituindo-se como uma vantagem para as empresas aí localizadas (Feldman & Martin, 2005).

⁶³ Corresponde ao processo de translação e incorporação do conhecimento científico em formas mais codificadas e apropriáveis, facilitando a sua posterior internalização nas empresas farmacêuticas para a subsequente evolução no processo de inovação até chegar ao mercado (Cooke, 2004d; Cooke, 2005b).

mercados e trajetórias de desenvolvimento tecnológico que transferem inovações científicas genéricas para aplicações numa determinada direção. Este processo, ao longo do tempo, pode determinar a especialização do *cluster*. Assim se gera uma dependência do trajeto do *cluster*, que parte das empresas âncora existentes para a especialização das *start-ups* que emergem ou entram para essa localização. Esta força aglomeradora e centrípeta pode estar relacionada com a formação de novas empresas dedicadas à biotecnologia em torno de grandes indústrias farmacêuticas como é o caso do eixo Filadélfia – Nova Iorque retratado por Feldman e Schreuder (1996). Gera-se um processo de acumulação e desenvolvimento de recursos especializados e das redes de conhecimento, associadas ao contexto social e económico especializado, composto por empresas subsidiárias e bolsas de trabalhadores, gerando vantagens de localização. Estas são vantagens únicas construídas ao longo do tempo, num processo dependente do trajeto. Funcionam como âncoras para a região, mantendo a indústria aí localizada, proporcionando vantagens para o seu desenvolvimento, atraindo novos participantes para o *cluster*, proporcionando a emergência de *start-ups*, e construindo e reconfigurando o contexto institucional e social. Em conjunto, geram-se dinâmicas relacionais locais que permitem perpetuar as vantagens da localização nesse *cluster*. Para além da exclusão natural do conhecimento científico e, conseqüentemente, da sua dimensão tácita e da necessidade de transmissão por processos de contacto cara-a-cara, que coloca os cientistas no cerne do debate sobre a inovação em biotecnologia, Feldman (2003) considera que, neste processo evolutivo, existe também o *know-how* industrial, igualmente relevante e ainda mais difícil de transladar. Assim, conjugando o ciclo de vida das inovações tecnológicas com o das empresas, gera-se um processo coevolutivo de especialização regional onde as grandes empresas tecnologicamente sofisticadas, como as farmacêuticas, podem funcionar como âncoras de desenvolvimento e especialização regional mais eficiente que um conjunto de pequenas empresas colocalizadas.

Assim, neste setor das inovações dirigidas à saúde humana, não são só as grandes universidades que funcionam como âncoras locais/regionais ao gerarem dinâmicas de localização na proximidade geográfica, mas estas também podem ocorrer em torno de uma grande empresa como são as grandes farmacêuticas, dado que estas geram externalidades do conhecimento e ambientes ricos em conhecimento que beneficiam as aglomerações e aumentam a capacidade de produção de inovação (Feldman, 2003).

Existe uma dependência entre as grandes empresas farmacêuticas e as pequenas empresas dedicadas à biotecnologia. Por um lado, as segundas dependem das primeiras para se financiarem (inclusivamente com capital de risco), produzirem, acederem ao mercado e distribuírem as suas inovações que emanam de um lento e dispendioso processo de inovação. Por outro lado, as primeiras dependem das segundas para renovarem e alimentarem os seus *pipelines* de inovação, dada a dificuldade de reconverterem as competências internalizadas nas grandes farmacêuticas para absorverem o novo conhecimento resultante das descobertas disruptivas desenvolvidas a partir das biociências (Cooke, 2001b; von Dydiowa, van Deventer, & Couto, 2021). Isto é, gera-se uma dependência relacional de duplo sentido. No entanto, segundo Cooke (2001b) esta relação é assimétrica, dado o grande poder financeiro das grandes farmacêuticas.

A questão do financiamento dos dispendiosos processos de inovação dirigidos à saúde humana é a razão para se atender a outro ator importante neste ecossistema: as empresas de capital de risco (Audretsch, 2001; Cooke, 2001b; Chen & Marchioni, 2008). Estas empresas de capital de risco localizam-se normalmente na proximidade territorial das empresas que financiam. Por um lado, necessitam de interagir regularmente com as empresas financiadas para monitorizarem o processo de inovação (Audretsch, 2001) que, nos casos das biociências aplicadas à saúde humana, são processos demorados, complexos e incertos que necessitam de percorrer várias etapas de validação desde a descoberta até às etapas finais de revisão e aprovação pelas entidades competentes (Mehta & Gair, 2001; Quéré, 2003; Schweitzer, 2007). Por outro lado, necessitam de participar no *spillover* do conhecimento, envolvendo-se nas redes locais (*buzz*) que disseminam rumores, reputação, confiança, riscos e incertezas, para selecionarem os empreendimentos inovadores que devem financiar (Powell, *et al.*, 2002). Para além do capital, estas empresas ajudam a fundar as *start-ups* e participam no desenvolvimento das mesmas, ajudando a recrutar pessoal chave e serviços associados ao desenvolvimento dos negócios (serviços jurídicos, de contabilidade e bancários), ajudando a criar patentes, apoiando os processos de I&D, envolvendo-se na construção do portefólio da empresa, chegando mesmo a participar na administração das novas empresas. Muitas das empresas de capital de risco possuem ainda um amplo conhecimento e uma boa rede de contactos em determinadas indústrias, funcionando como uma fonte especializada de conhecimento muito importante para o desenvolvimento das *start-ups*. Assim, toda esta panóplia de relações e trocas de conhecimento, para além da monitorização regular, é

facilitada pela proximidade geográfica (Powell, *et al.*, 2002; Chen & Marchioni, 2008). Por outro lado, as empresas de capital de risco ajudam a criar os *clusters* e a ancorar as empresas numa determinada região. Enquanto organizações que ajudam a criar organizações, a presença de empresas de capital de risco numa região vem aumentar a criação organizacional, contribuindo para o crescimento do *cluster*, para densificar as redes locais e para reforçar o enxame de conhecimento que circula dentro do *cluster*. Chen e Marchioni (2008) confirmam que as empresas que se localizam próximas das empresas de capital de risco são mais facilmente apoiadas por fundos capital de risco, aliás Powell, *et al.*, (2002) chegou mesmo a afirmar que as aglomerações territoriais da biotecnologia e a colocalização do capital de risco nessas aglomerações são os condimentos que possibilitaram o desenvolvimento da indústria de biotecnologia.

Na globalidade, a proximidade geográfica favorece os processos de inovação dirigidos à saúde humana (Cooke, 2001b e 2002), sobretudo nas fases de investigação e exploração inicial, pelo que a escala regional/local de análise merece uma atenção particular (Cooke, 2004c) e a distância, apesar de tudo, funciona como um impedimento ao estabelecimento de relações inter-regionais (Mitze & Strotebeck, 2019) e aumenta a probabilidade de fracasso do processo de inovação (Santamaría, Nieto, & Rodríguez, 2021). O retrato que resulta desta exploração da inovação dirigida à saúde humana é que a ancoragem de uma indústria emergente, como a biotecnologia, numa determinada localização não depende apenas de um agente mas antes de um conjunto de agentes individuais – capital humano especializado – e organizacionais de diferentes esferas de ação – universidades, hospitais, grandes empresas farmacêuticas, empresas dedicadas à biotecnologia, empresas de capital de risco, de investigação clínica, serviços jurídicos de patentes e outros serviços de apoio – que se constituem como os atores que compõem o ecossistema relacional local. Estes relacionam-se de forma dinâmica, construindo um contexto social e um contexto institucional favorável à partilha e comunicação que ajuda a gerarem a necessária confiança para que ocorra *spillover* de ideias inovadoras, potenciado pela proximidade geográfica (Feldman, 2003). Esta mistura rica transforma estas regiões em incubadoras e com um ecossistema favorável à formação organizacional de base tecnológica, povoada por uma variedade de redes relacionais sobrepostas de projetos, de relações pessoais e de relações profissionais de grande proximidade geográfica e relacional que difundem confiança e reputação interpessoal e organizacional. O conhecimento difunde-se nestas redes, ajudando a reduzir o risco e a incerteza, e gerando claras vantagens de

localização para acesso a este tipo de informação (Powell, *et al.*, 2002). Em conjunto, atores, relações e contexto social e institucional favorável ajudam a ancorar a indústria numa determinada localização (Feldman, 2003). No entanto, no caso das biociências existe um elevado grau de exclusão natural, pelo que regras puras de interdependências não comerciais e *spillover* de conhecimento através de laços sociais e reuniões informais não são frequentemente aplicáveis (Cooke, 2005b). Na leitura de Cooke (2005b) os grandes *clusters* mundiais de biociências são aqueles que reúnem a totalidade das capacidades de produção do conhecimento – *exploration, examination, exploitation* – e todas as capacidades de *spillover* do conhecimento – *anticipatory, participatory, e precipitatory*⁶⁴ – exercendo assim uma enorme força de atração sobre os atores científicos e comerciais que reforçam o *cluster* e a expansão das fronteiras desses *clusters* através das redes com outros serviços especializados de apoio que podem funcionar com eficácia a maior distância geográfica (Cooke, 2005b, p. 327). Assim, constata-se que, para além das relações de proximidade geográfica, existem relações a outras escalas, envolvendo atores localizados noutros *clusters* geograficamente distantes ou até mesmo atores isolados. A proximidade territorial não fornece todos os elementos explicativos para o sucesso dos processos de inovação na saúde humana, sendo necessário juntar outras escalas de análise nomeadamente as escalas nacional e supranacional (Cooke, 2002, 2004, 2005b e 2009; Waxell & Malmberg, 2007; Ramlogan, *et al.*, 2007; Belussi, Sammarra, & Sedita, 2008; Gertler & Vinodrai, 2009; Binz & Truffer, 2017).

3.6. O espaço relacional de proximidade intermédia: redes à escala nacional

Trata-se da escala de análise do espaço relacional da inovação que se foca na exploração das relações à escala nacional. As abordagens à luz do sistema nacional de inovação privilegiam precisamente a escala nacional (Estado-Nação) de análise (Lundvall *et al.*, 2002; Proksch, *et al.*, 2019), inspirando-se na ideia de sistema nacional de List (1856). Isso não significa que não se reconheça a tendência de reforço de uma dependência global das

⁶⁴ Cooke (2005b, p. 327) considera que na biotecnologia as complementaridades são fortemente condicionais pela distância para que possa ocorrer a translação do conhecimento de formas de *exploration* para formas de *exploitation*. Assim, aquisição do *spillover* localizado implica a participação em três tipos de *spillover*: a) *anticipatory knowledge* – receção antecipadamente rápida de conhecimento com valor acrescentado, antes que este seja colocado à disposição do público em geral; b) *participatory knowledge* – corresponde à disponibilidade atempada de recursos e capacidade locais para aproveitar o conhecimento antecipadamente obtido; e c) *precipitatory knowledge* – acesso antecipado a invenções locais, descobertas ou invenções.

empresas, particularmente das grandes corporações, o que, desde já, remete para a necessidade de se atender à escala supranacional de análise dos processos de inovação. No entanto, o que emerge não é um processo de exclusão mútua entre a escala nacional e a global, mas antes uma relação simbiótica entre os sistemas nacionais de inovação e os processos de globalização (Archibugi, Howells, & Michie, 1999). O reforço do impacto da globalização nos sistemas nacionais leva a mudanças institucionais nos sistemas nacionais (Chesnais, 2010). Isto é, apesar da crescente internacionalização dos processos de I&D das empresas, particularmente das grandes corporações empresariais, e de outras formas de reforço das redes internacionais, os sistemas nacionais de inovação continuam a desempenhar um papel importante no apoio às atividades inovadoras (Carlsson, 2006). Como já havia apontado Freeman (1995) a influência do sistema nacional de educação, das relações industriais, das instituições técnicas e científicas, das políticas governamentais, das tradições culturais e de outras instituições nacionais continuam a ser determinantes para a prestação inovadora dos países. Justifica-se assim uma abordagem multiescalar ao processo de inovação, dado o papel complementar dos diferentes sistemas (subnacional, nacional e supranacional) de inovação (Freeman, 2002; Binz & Truffer, 2017), em que o sistema nacional de inovação é parte integrante de um sistema multinível de governança dos processos de inovação (Kaiser & Prange, 2004; Binz & Truffer, 2020).

Centrando a análise na escala do Estado-Nação, um sistema nacional de inovação corresponde a: “all interrelated, institutional and structural factors in a nation, which generate, select, and diffuse innovation” (Johnson, 2010, p. 40).

No sentido restrito, o sistema de inovação inclui apenas as organizações e as instituições envolvidas na investigação: departamentos de I&D, universidades, organizações de investigação e tecnológicas (Lundvall, 2010a). No essencial, trata-se do sistema científico e tecnológico, mas o sistema de inovação é mais vasto (Lundvall & Borrás, 2005). No sentido mais amplo, inclui todos os elementos e aspetos da estrutura económica que afetam o processo de aprendizagem o que inclui as instituições formalizadas e informais. É nesta visão mais ampla que, segundo Lundvall (2010a), Andersen (2010) e Freeman (2010), se enquadra o conceito de sistema nacional de inovação.

A constatação de que existe uma variabilidade nacional em termos do sistema de inovação no que toca aos componentes organizacionais e institucionais, com reflexo na prestação do sistema de inovação é a principal evidência que sustenta a ideia inicial de fazer coincidir

as fronteiras nacionais com as do sistema de inovação. Neste sentido, os sistemas nacionais de inovação consideram que existem elementos e relacionamentos enraizados dentro das fronteiras do Estado-Nação que são específicos de cada país (Mowery & Rosenberg, 1993; Edquist, 2005; Lundvall, 2010a). A argumentação é sustentada na ideia de que as diferenças institucionais entre as nações são importantes no que diz respeito à inovação.

A visão resultante dos sistemas nacionais de inovação assume que existem diferenças em termos da experiência histórica, da linguagem e da cultura, de organização interna das empresas, do relacionamento entre as empresas, do papel do setor público, da estrutura institucional, do setor financeiro e da organização e intensidade da I&D e das políticas nacionais de incentivo à inovação. As diferenças entre nações nestes elementos e na forma como eles se relacionam entre si são importantes para explicar a variabilidade do processo de aprendizagem interativa no funcionamento do sistema de inovação como um todo (Lundvall, *et al.*, 2002; Maloney, 2017; Geels, *et al.*, 2021).

O sistema nacional desempenha um papel importante no estabelecimento de trajetórias nos processos de aprendizagem e inovação dos países (Drejer, 2000; Freeman, 2002; Lundvall, 2010a). Por um lado, este modelo interpretativo do processo de inovação acentua o papel das instituições, caracterizadas por “regularities of behaviour and that these are specific to time and place” (Johnson, 2010, p. 25). Nesta interpretação a cultura específica dos países gera regularidades no comportamento social a partir de hábitos e rotinas no comportamento dos agentes económico. Estas regularidades acabam por se traduzir nas leis, nas normas sociais, nos costumes e nas relações entre os indivíduos, com impacto na aprendizagem e na aplicação do conhecimento (Johnson, 2010). Assim, o conceito de instituições, entendido como “sets of habits, routines, rules, norms and laws, which regulate the relations between people and shape human interaction” (Johnson, 2010, p. 26), considera também outras dimensões de proximidade (cultural, social, institucional, relacional). É precisamente a dimensão institucional que permite integrar a visão agencialista, ao nível micro, da geografia económica relacional com a estrutura económica, ao nível macro, funcionando as instituições simultaneamente como mediadoras das diferentes escalas de análise geográfica e como condutoras das mudanças socioeconómicas (Bathelt & Glückler, 2011).

Assim, por um lado, para além do espaço geográfico, Lundvall (2010b) considera que este está interrelacionado com outras dimensões espaciais, nomeadamente o espaço económico, o espaço organizacional e o espaço cultural, o que implica diferentes graus de proximidade e distância nestas dimensões. Lundvall (2010) considera que estas distâncias são menores dentro de um mesmo país do que quando as relações se estabelecem entre diferentes países, e aponta a proximidade organizacional como uma forma de superar as distâncias geográfica e cultural.

Por outro lado, a força motriz do sistema nacional de inovação é a aprendizagem interativa (Lundvall, 2004 e 2007), logo o espaço relacional deve merecer atenção particular. O papel central das redes de interação está fortemente vincado na abordagem realizada à luz dos sistemas nacionais de inovação. Uma vez que a aprendizagem interativa é um processo de comunicação e cooperação entre os diferentes agentes para a criação e utilização de conhecimento (Lundvall, 2010), a dinâmica do sistema reside na capacidade de gerar redes de aprendizagem interativa, o que remete para a dimensão da proximidade relacional.

As instituições configuram as interações sociais a partir das quais os indivíduos constroem o conhecimento, surgindo assim o espaço institucional como central para o sistema. A estabilidade institucional permite que se estabeleçam determinadas trajetórias tecnológicas através de processos de aprendizagem interativa. As regras, as tradições, as normas, os hábitos, os costumes possibilitam a transferência intergeracional de conhecimento e o seu desenvolvimento e acumulação. Num sistema de produção esse conhecimento é acumulado e desenvolvido nas rotinas das organizações e das relações entre organizações e armazenado, coordenado, transmitido e utilizado com o apoio das instituições. No entanto, a estabilidade institucional não impede a existência de diversidade institucional. Aliás, a diversidade do sistema institucional de produção é apontada como um elemento importante para a inovação, gerando diversidade nos modos de inovação. Esta diversidade nos produtos, nos processos, nas formas de organização e nas instituições potencia a capacidade de inovação de uma determinada economia. A diversidade decorre dos diferentes tipos de conhecimento e das diferentes trajetórias tecnológicas existentes numa determinada economia (Johnson, 2010). Decorre ainda da natureza das tecnologias, do seu estágio de desenvolvimento e da trajetória específica em questão, daí que a variedade e flexibilidade institucional deve reunir competências, experiências e conhecimento diferente para estimular o processo de inovação. Esta

capacidade de gerar diversidade é vista como positiva, o que remete, mais uma vez, para a necessidade de se atender aos diferentes graus de proximidade noutras dimensões para além do território. Particularmente nos casos de inovações radicais disruptivas, que rompem com determinadas trajetórias tecnológicas, estas são influenciadas pelas instituições com impacto nos processos de aprendizagem interativa, particularmente na capacidade de esquecer o conhecimento e competências anteriores para proporcionar a mudança de paradigma científico e tecnológico, o processo a que Johnson (2010, p. 30) chama de “creative forgetting”. Isto é, “knowledge is, thus, changed both by learning and by forgetting” (Johnson, 2010, p. 29). Assim, a aprendizagem interativa gera matrizes de maior proximidade cognitiva – aprender – ou de menor proximidade cognitiva – esquecer – proporcionando o estabelecimento de trajetórias tecnológicas ou a emergência de conhecimento disruptivo. Daí que se possa considerar que a abordagem segundo o prisma dos sistemas nacionais de inovação também considera a dimensão da proximidade/distância cognitiva enquanto elemento gerador de fertilização cruzada e de variedade relacionada.

“Learning how to learn” (Johnson, 2010, p. 45) parece ser a chave do sistema nacional de inovação. No entanto, este processo de aprendizagem não se encontra encapsulado exclusivamente na escala nacional. Os sistemas nacionais de inovação são sistemas abertos que podem transcender as fronteiras nacionais – sistemas supranacionais de inovação – ou que se podem concentrar localmente – sistemas subnacionais de inovação – (Freeman, 2002; Lundvall, 2010a). Por exemplo, a maioria das políticas públicas que influenciam o processo de inovação, e até a globalidade da economia, são decisões de nível nacional. No entanto, existe variabilidades em função da dimensão e do grau de aprofundamento das competências políticas regionais. Nos países de grande dimensão e com Regiões Administrativas ou Estados Federados, a dimensão nacional tem menor impacto do que nos países de menor dimensão, por vezes com regiões administrativas com poderes e autonomias muito superficiais ou não as possuindo de todo (caso de Portugal). Assim, a ideia de sistema nacional de inovação não estabelece apenas uma delimitação geográfica, mas fronteiras traçadas em função das políticas com influência direta no processo de inovação (Edquist, 2005). Admitem-se, pois, geografias variáveis. Esta proximidade política acaba por estar contemplada na dimensão institucional específica de cada país e as variabilidades à escala regional e local decorrem, também, de

um maior ou menor grau descentralizador e do maior ou menor aprofundamento da autonomia e competências políticas regionais e locais.

Quadro 30: Matriz de relação da distância geográfica intermédia com as restantes dimensões de proximidade no ecossistema de inovação.

Espaço Relacional à Escala Geográfica Intermédia (Nacional)	
Cognitiva	O conhecimento tecnologicamente distante aumenta o impacto nas inovações disruptivas se a sua origem geográfica estiver no mesmo contexto nacional; Facilita a emergência de empreendedores; Facilita a partilha de conhecimento quando este tem um forte pendor tácito; Facilita a partilha de códigos interpretativos e a aprendizagem interativa.
Organizacional	Influencia a forma de organização interna das empresas e as rotinas das organizações; Influencia o relacionamento interorganizacional; Estabelece o papel das organizações públicas; Influencia o papel do setor financeiro; Marca o papel das organizações de I&D; Influencia os modos de inovação das organizações.
Social	Facilita o <i>embeddedness</i> na cultura e no sistema de produção e inovação específico do país; Gera comportamentos diferenciados dos agentes económicos de país para país; Aumenta a previsibilidade do comportamento dos atores do sistema de inovação; Facilita a emergência de exemplos morais e de estímulo à ação; Facilita a emergência de empreendedores; Facilita a aprendizagem interativa ao facilitar a comunicação e a interação entre as pessoas; Cria uma certa proximidade ideológica.
Institucional	Promove diferentes modos de inovação contribuindo para gerar modos de inovação específicos de cada país; Cria efeito de maior ou menor atrito face à mudança; Influencia a totalidade do sistema de regulação, incentivos, financiamento e apropriabilidade das inovações; Gera um mesmo sistema económico, isto é, um mesmo sistema de regras, diferente de país para país; Facilita a compreensão da inovação enquanto um sistema dependente do trajeto; Apoia a acumulação, transmissão, e utilização do conhecimento; Facilita a transferência intergeracional de conhecimento (aprendizagem); Facilita a compreensão das regras e das normas que refletem a estrutura institucional.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Etzkowitz (1983), Phene, Fladmoe-Lindquist e Marsh (2006), Johnson (2010), Lundvall (2010a e 2010b), Maloney, (2017) e Kang, *et al.* (2019).

Por outro lado, a integração em sistemas políticos supranacionais, como é o caso da integração no espaço territorial, social, económico e institucional da União Europeia, possibilita a integração em sistemas supranacionais. É o caso do sistema europeu de inovação, centrado nas políticas de ciência, tecnologia e inovação que acaba por influenciar os sistemas nacionais de inovação dos Estados-Membros (Archibugi, 2001; Borrás, 2004; Verspagen, 2006; Cagnin, Amanatidou, & Keenan, 2012). Mais do que uma questão de alternativa entre uma visão de globalização tecnológica *versus* sistema nacional de inovação (Archibugi & Michie, 1997), assume-se uma visão onde se admite a interação entre diferentes escalas relacionais de maior proximidade ou de maior distância territorial: “while one aspect of globalization is that codified knowledge moves quickly across borders, the most localized resources remains people, their tacit knowledge, their network relationships and their accumulated organizational experiences” (Lundvall, 2010, p. 348).

Esta é uma perspectiva que nos remete para a utilidade de uma análise multiescalar e interescalar. Aliás, “the relationships between globalization and national and local systems need to be further researched” (Lundvall, 2010, p. 342).

3.6.1. O espaço relacional à escala geográfica nacional na inovação dirigido à saúde humana

A exploração de estudos de caso sobre inovação no setor da saúde revela várias dimensões importantes que justificam a inclusão da escala nacional na análise dos processos de inovação dirigidos à saúde humana.

De todas as condições do sistema nacional de inovação com impacto na transferência tecnológica, uma das mais referida por vários autores diz respeito às proporcionadas pelas mudanças no ambiente legal. Os regimes regulamentares são um tema essencialmente de índole nacional, embora a implementação de certas regulamentações possa estar sob a responsabilidade regional. No entanto, os assuntos que afetam o ambiente geral para o empreendedorismo e as regras de competição são normalmente nacionais (Cooke P., 2002). O caso que serve de modelo paradigmático é o dos EUA. A celebração, em 1980, do *Bayh-Dole Act* é um marco no redirecionamento das universidades dos EUA para a transferência tecnológica e uma viragem no sentido da valorização económica da ciência (Powell & Owen-Smith, 1998; Feldman & Kelley, 2002; Cooke, 2001b; Owen-Smith, *et al.*, 2002; Feldman, 2003; Feldman & Desrochers, 2004; Schweitzer, 2007). Esta legislação assegura às universidades e instituições não lucrativas os direitos de propriedade das investigações por elas desenvolvidas e de propriedade intelectual do trabalho desenvolvido pelos cientistas aí sediados e financiados por fundos do Governo Federal. A partir daí, é alavancada a colaboração entre as esferas comercial e a esfera académica, gerando patentes e aumentando a atividade de transferência tecnológica (Feldman & Kelley, 2002; Powell & Owen-Smith, 1998). Desde então, nos EUA, as sucessivas legislações orientaram-se para facilitarem e intensificarem a comercialização da investigação, possibilitando o crescimento rápido do número de licenciamentos assim como o número de centros de investigação partilhados pela indústria e pelas universidades, os acordos de cooperação de I&D, e outros tipos de consórcios de investigação entre a universidade e a indústria (Powell & Owen-Smith, 1998). O modelo dos EUA acaba por inspirar idênticas alterações noutros países, como é o caso da França com o ‘*Allègre Innovation Laws*’ de

1982 e 1990 (Schwartz & Vilquin, 2003). Na Europa, ainda assim, as relações entre as empresas e as universidades arrancaram mais tardiamente do que nos EUA, em parte devido a proibições legais em alguns países, que atrasaram as relações de colaboração com entidades comerciais, prolongando no tempo uma cultura contra o envolvimento académico na dimensão comercial (Owen-Smith, *et al.*, 2002). A falta de incentivos estatais para a exploração de patentes e outras formas de exploração comercial do conhecimento desenvolvido nas universidades também se revelou um entrave (Cooke, 2001b). Além disso, os impedimentos legais para que os académicos fundem as suas próprias empresas, enquanto membros das universidades, como no caso da Alemanha, dificultaram ainda mais essa exploração económica. Nos casos dos países europeus em que tal é possível (Reino Unido, Holanda, Suécia) o empreendedorismo académico é muito superior (Cooke, 2001b). Estes são exemplos do papel dos instrumentos legais que se revelaram essenciais para a translação do conhecimento no campo das biociências, uma vez que atribuíram direitos de propriedade intelectual sobre a investigação às instituições de investigação apoiadas pelo governo, assegurando o retorno de benefícios financeiro resultantes da investigação desenvolvida por essas instituições (Schwartz & Vilquin, 2003) e que facilitaram a emergência do empreendedorismo universitário (Etzkowitz, 1983 e 1998).

Outro dos exemplos do papel da dimensão legislativa do Estado no sistema nacional de inovação chega-nos do desenvolvimento da legislação de patentes. Esta legislação, ao permitir integrar no sistema de patentes os avanços efetuados nas ciências da vida, a partir da investigação desenvolvida nas universidades e laboratórios públicos, abriu portas à criação de empresas de biotecnologia (Cockburn, 2004). Pela negativa, Feldman (2003) identifica os atrasos na elaboração e aprovação de legislação sobre a aplicação biomédica das inovações provenientes da biotecnologia como um entrave à inovação neste setor. Os processos de produção de regulamentação criam condições para o desenvolvimento da indústria de biotecnologia e a confiança necessária para que o público em geral aceite as vantagens e utilize as novas tecnologias (Feldman & Lowe, 2008).

Outra das condições do sistema nacional de inovação mais salientada diz respeito às políticas dirigidas ao sistema científico nacional (Guerreiro, *et al.*, 2017; Kang, *et al.*, 2019). Na interpretação de Schwartz e Vilquin (2003) os desafios que os governos enfrentam na construção da visão sistémica nacional da organização da investigação científica, diz

respeito à arquitetura e implementação de políticas para organizar a investigação científica; para promover uma transferência tecnológica eficiente e uma investigação colaborativa; para construir uma estratégia nacional que beneficie a academia, o sector da indústria privada e a população em geral; e para criar valor a partir do conhecimento produzido por via da investigação científica. No caso particular do sector da saúde o desafio máximo das políticas visa realizar a translação do conhecimento, permitindo incorporar as evidências resultantes da investigação de base na prática clínica, para responder aos problemas da saúde pública. Para tal, a investigação de base deverá, simultaneamente “improved health and improved wealth” (Schwartz & Vilquin, 2003, p. 493), e os programas nacionais que reforcem os processos de translação do conhecimento podem unir estes dois objetivos. Dado que a produção de conhecimento por via da investigação científica desempenha um papel central no processo de inovação dirigido à saúde humana, as políticas de apoio à investigação científica também promovem a inovação neste setor (Audretsch, 2001; Zinner, 2001; Guerreiro, *et al.*, 2017). Aliás Cooke (2005b) sublinha a associação entre os gastos em I&D dos diferentes sistemas nacionais de inovação e a respetiva atividade de geração de patentes. Assim, deve-se atender à forma como está estruturado o sistema de incentivos e retribuições dos investigadores/docentes das universidades (Feldman, 2000) bem como o sistema de financiamento da investigação. A grande maioria dos apoios financeiros à ciência de base tem origem em agências nacionais e é igualmente ao nível do sistema nacional de inovação que são definidas as prioridades de financiamento das universidades, as linhas orientadoras para a investigação, definidas nos programas de financiamento, orientando e estipulando prioridades (Feldman, 2000; Feldman & Kelley, 2002; Feldman & Desrochers, 2003; Guerreiro, *et al.*, 2017). Alguns destes programas visam fomentar a colaboração entre a indústria e a universidade (Powell & Owen-Smith, 1998). Em muitos dos casos, estes apoios favorecem a atividade empreendedora por parte das universidades e dos cientistas (Etzkowitz, 1983). Outra modalidade de apoio ao sistema nacional de inovação passa pela criação de centros de investigação e laboratórios nacionais, apoiados pelos governos em termos de equipamentos e fundos, direcionados para estimularem a criação de programas de investigação que beneficiem a indústria local (Etzkowitz, 1998).

Em Portugal, a Fundação para a Ciência e para a Tecnologia (FCT) desempenha um papel central no sistema científico nacional. Esta Agência Nacional implementa a estratégia de

política nacional para a investigação científica e o respetivo modelo de financiamento e avaliação das unidades de investigação, assim como o financiamento e avaliação de projetos de I&D e apoios à formação avançada (doutoramentos e pós-doutoramentos). Também no caso português, a preocupação crescente com o impacto económico e social da investigação tem levado a alterações nas estratégias e no modelo de governação para a ciência (Pereira, 2004; Caraça, 2008; Guerreiro, *et al.*, 2017).

Mas o Estado também direciona apoios públicos para a investigação de base desenvolvida pelas empresas (Feldman & Kelley, 2003; Santos, Marques, & Ribeiro, 2017; Howell, 2017). Este tipo de programas de apoio e de parceria com o governo para projetos de I&D (a) ajuda a alavancar o desenvolvimento inicial dos processos de I&D dentro das empresas, no momento de maior risco e incerteza; (b) ajuda a minorar o elevado risco de financiamento de processos de I&D, complementando o financiamento privado com algum financiamento público; (c) contribui para reduzir os custos associados ao risco científico e técnico do processo de I&D desenvolvido pelas empresas; (d) encoraja as empresas a iniciarem ou aumentarem o investimento privado em I&D; (e) proporciona oportunidades para as empresas adquirirem conhecimento especializado complementar; (f) funciona como catalizador para atrair outras empresas e outros sectores industriais à participação em projetos de I&D; (g) uma vez angariado este tipo de financiamento de uma agência governamental, confere reputação de integridade científica e credibilidade aos olhos dos potenciais parceiros e financiadores privados (ex. bancos, empresas de capital de risco, *business angels*), facilitando a posterior angariação de fundos provenientes de outras fontes de financiamento às atividades de I&D; e (h) proporciona a expansão das ligações da empresa a outras empresas e aos recursos universitários, proporcionando a oportunidade da empresa criar redes para aceder às capacidades de outros atores do sistema nacional de inovação e transportar o conhecimento gerado até à sua aplicação e uso (Feldman & Kelley, 2003).

Como já se destacou anteriormente, apesar da tendência para a clusterização se revelar um elemento central para as perspetivas de crescimento das empresas baseadas nas biociências, a importância destes fundos públicos é reconhecida pelo seu papel no apoio às diversas atividades envolvidas na criação dos *clusters* (Cooke, 2002), assim como a disponibilidade e capacidade de captação destes fundos nacionais é decisiva para o seu crescimento (Cooke, 2005a) e para que estes *clusters* regionais, apoiados em fundos

nacionais, atinjam o mercado global de procura (Cooke, 2004c). Muitos fundos públicos nacionais suportam os diversos aspetos das atividades dos *clusters*. Como sublinha (Cooke, 2002) mesmo nos EUA, onde os *clusters* estão mais orientados para o mercado, estes não deixam de se sustentar amplamente nos fundos públicos para o desenvolvimento da investigação científica de vanguarda. Noutro trabalho, (Cooke, 2004c) constata uma evolução no sentido de se constituírem hierarquias multinível de governança, em que os governos nacionais são os responsáveis principais pelas políticas científicas e pelos fundos de financiamento da investigação de base, enquanto o sistema regional de governança – envolvendo atores públicos e privados – também desenham programas de inovação constituídos por incentivos de proximidade às empresas para construírem redes de inovação, para acederem ao financiamento e para se relacionarem em processos de comercialização, aumentando o potencial de inovação e competitividade. Trata-se de mais uma constatação que sustenta a necessidade de se adotar uma abordagem multiescalar e interescolar na exploração destes processos de inovação.

Ainda no contexto do sistema nacional de inovação, as mudanças no ambiente dos negócios e no contexto geral da economia podem proporcionar as condições para o incremento da transferência tecnológica. Powell e Owen-Smith (1998) dão-nos conta, a partir dos EUA, que o facto do tecido económico, mesmo as grandes empresas, reconhecerem que por si só não são capazes de gerarem a tecnologia necessária para o crescimento económico, foi igualmente determinante para que estas se voltassem para as fontes externas de I&D. Esta perceção que as empresas poderiam aumentar a sua capacidade competitiva internacional a partir da investigação científica teve igualmente implicações nas políticas dirigidas às universidades. O próprio Estado evoluiu as suas políticas, no sentido de permeabilizar as fronteiras das diferentes instituições públicas de investigação por ele financiadas, permitindo o licenciamento das investigações aí desenvolvidas em troca de *royalties* como pagamento pelas descobertas efetuadas (Cockburn, 2004), possibilitando, assim, novas formas de financiamento da investigação fundamental. Isto é, o processo de evolução das políticas é, ele mesmo, um processo relacional envolvendo os principais atores do setor.

As políticas nacionais direcionadas ao sistema financeiro e de impostos também interferem com o processo de inovação, nomeadamente com a possibilidade de aparecimento das empresas de capital de risco, habilitando-as para apoiar a emergência

de empresas de biotecnologia e outras *start-ups*, e possibilitando até a entrada da bolsa de valores neste mercado de financiamento (Cockburn, 2004). Segundo Cooke (2001b) a disponibilidade de capital de risco é um elemento diferenciador entre o sistema europeu e o sistema dos EUA. Apesar de muitas das descobertas científicas se terem desenvolvido na Europa, a exploração comercial inicial não ocorreu nestes países europeus. O facto do sistema nacional de inovação dos EUA ter mecanismos de exploração das descobertas científicas mais fortes e mais rápidos, graças à existência de capital de risco para financiar a exploração dessas descobertas, permitiu-lhe antecipar-se face à Europa na exploração comercial das aplicações da biotecnologia. O contexto institucional dos EUA favorável à existência de capital de risco teve reflexos posteriores no reforço das redes entre investigadores, universidades e organizações empresariais. Isto foi algo que, como observa (Cooke, 2001b) não ocorreu no Reino Unido ou na Alemanha precisamente pela falta de incentivos vindos da disponibilidade de capital para explorar comercialmente as descobertas, ou até mesmo desincentivado por outros fatores como a estrutura das carreiras académicas destes países.

Além do capital de risco privado, os financiamentos podem provir das fontes de capital de risco públicas (Audretsch, 2001; Feldman & Kelley, 2002). Segundo Schwartz e Vilquin, (2003) em alguns países o governo é um dos maiores investidores de capital de risco, mesmo em países com longa tradição de empresas privadas de capital de risco, como é o caso dos EUA. Estes investimentos de longo prazo de capital de risco por parte dos governos são, na expressão de Schwartz e Vilquin, (2003, p. 495) *“the fuel”*, e acrescentam: *“translation does not happens spontaneously, and in some ways the invention itself is the easy part”* acentuando assim o papel do capital disponibilizado pelo sistema nacional de inovação, pois este está na base da capacidade de agregação de todos os restantes recursos necessários ao desenvolvimento da inovação e o consequente objectivo de criação de valor.

A todos estes factores acresce ainda que as políticas e o respetivo financiamento do sistema nacional de saúde são, em grande medida, asseguradas pelo Estado. Se considerarmos que o serviço público de saúde é, em muitos países, um dos maiores utilizadores das inovações, através da contratação pública, o Estado desempenha aqui um papel acrescido nos processos de inovação (Uyarra, *et al.*, 2020), e mesmo em países onde

o sistema de saúde não é público, mas cujas mudanças regulatórias no sistema têm impacto nos processos de inovação (Kesavan & Dy, 2020).

Assim, a implementação do conjunto de políticas nacionais contribui para criar diferentes culturas nacionais como nos documentam Cooke (2001b) ao comparar o sistema nacional dos EUA, do Reino Unido e da Alemanha e Owen-Smith, *et al.* (2002) ao desenvolver um estudo comparativo entre os EUA e a Europa.

No entanto, nem toda a ação se passa dentro das fronteiras nacionais. Por exemplo, Owen-Smith, *et al.* (2002) destacam que, a montante, a organização institucional da investigação nas ciências da vida é diferente entre os blocos supranacionais da América do Norte e da Europa. Neste sentido, a compreensão das diferenças transnacionais na organização do trabalho inovador nas ciências da vida requer uma atenção particular para a estrutura e evolução das redes de biomedicina envolvendo organizações públicas de investigação (universidades, laboratórios governamentais, institutos não lucrativos de investigação e hospitais de investigação), empresas de biotecnologia baseadas na ciência, e corporações multinacionais farmacêuticas. Esta constatação aponta no sentido da existência de algumas similitudes entre diferentes países pertencentes a um mesmo bloco supranacional que podem ajudar a configurar uma certo grau de proximidade institucional e organizacional transnacional. Por outro lado, aponta-se claramente a necessidade de estender a análise dos processos de inovação na saúde para além das fronteiras da escala regional e nacional, devendo a escala supranacional ou global de análise ser também contemplada. O trabalho de Cooke (2002) aponta no mesmo sentido. Conclui que existem limitações dos sistemas regionais de inovação para os casos das biociências, o que implica a implementação de sistemas multinível de inovação, dada a necessidade de se criarem formas de governança local, regional, nacional e até global. Segundo este autor, o sistema nacional de inovação destaca-se pelo papel desempenhado a partir dos importantes fundos de investigação de base assim como por via dos regimes regulamentares, ainda que possam ser implementados de forma diferencial ou ajustados regionalmente. Os níveis regionais e locais são mais importantes para a evolução do *cluster*, incluindo a concentração de massa crítica de investigação, a formação de redes locais, o desenvolvimento de interações dentro dos *clusters* e até a comercialização dos produtos. No entanto, no que diz respeito à comercialização dos produtos, as ligações com as grandes farmacêuticas, clientes e até capital de risco são simultaneamente globais,

nacionais e regionais. Igual comportamento exibem as ligações de investigação entre os laboratórios, dado que as ligações entre organizações de vanguarda científica são mais importantes do que a proximidade geográfica (Cooke, 2002). O próximo subcapítulo centra-se precisamente na exploração do papel e das relações geograficamente distantes.

3.7. O espaço relacional distante: redes internacionais / globais transescalares e multiescalares

Trata-se da escala de análise do espaço relacional da inovação que inclui a exploração das relações à escala supranacional ou global. No entanto, não existem redes transnacionais ou globais sem que haja a ancoragem das ligações aos lugares concretos (escala local e regional) e sem que o contexto nacional influencie as próprias ligações (escala nacional), conforme se explorou anteriormente. Assim, as ligações supranacionais ou globais são melhor descritas como relações transescalares, no sentido em que perfuram as fronteiras de várias escalas, e multiescalares, no sentido em que as múltiplas dimensões de proximidade e distância admitem a sobreposição simultânea das diferentes escalas das relações. As constatações de que existem processos de globalização da I&D (Florida, 1995) e *spillover* internacional do conhecimento com influência na prestação inovadora dos países (Coe & Helpman, 1995), e que os processos de criação de conhecimento e aprendizagem podem ocorrer através de redes relacionais geograficamente distantes (Amin & Cohendet, 1999) estimularam a exploração das redes globais de inovação. Pretende-se, assim, compreender as dinâmicas que estão para além das análises centradas nas escalas local/regional ou nacional. Isto é, pretende-se explorar “a scale-transcending model of global production networks” (Henderson, *et al.*, 2002, p. 457) da inovação. Esta ideia de que as redes de inovação atravessam múltiplas escalas geográficas está presente em muitos dos trabalhos sobre os processos de inovação económica (Amin, 2001; Crevoisier & Jeannerat, 2009; Dicken, 2011; Plechero & Chaminade, 2016; Binz & Truffer, 2017; Binz & Truffer, 2020) e, particularmente, naqueles que se dedicam a explorar os processos de inovação dirigidos à saúde humana (Gertler & Levitte, 2005; Fontes, 2005a; Cooke, 2004c e 2009; Leung, 2013; Perri, Scalera & Mudambi, 2017).

O jargão “neo-marshallian nodes in a global networks” cunhado por Amin e Thrift (1992, p. 571) é o ponto de partida para o debate em torno das relações geográficas multiescalares do tipo local-global nos processos de inovação. Este é um debate que contesta uma

espécie de determinismo territorial da escala local/regional (Lorentzen, 2008) e que procura afirmar que o conhecimento pode ser obtido através de redes de conhecimento que relacionam uma multiplicidade de fontes territorialmente distribuídas.

Bunnell e Coe (2001), Coe e Bunnell (2003) e Tranos (2021) sustentam que o processo de inovação faz uso de um leque abrangente de escalas, desde a escala local até à escala global, defendendo uma abordagem multiescalar aos processos de espacialização da inovação. Reconhecendo que nos processos de inovação nem todas as escalas têm a mesma importância, reconhecendo que opção multiescalar não é a única para a abordagem da inovação e reconhecendo ainda que existem diferenças setoriais que podem exigir a opção por diferentes escalas de análise, Bunnell e Coe (2001) sugerem que deve ser prestada uma maior atenção às redes e fluxos que transcendem e cortam através das diferentes escalas territoriais de inovação, afirmando que, em geral, a realidade dos próprios processos de inovação tem este tipo de comportamento. Desta forma, identificam a necessidade de investigação em torno das relações que operam entre e através das diferentes escalas, naquilo que denominam de “cross-scalar imperative” (Bunnell & Coe, 2001, p. 570). Em resposta a este desafio, a natureza territorialmente distribuída das redes de inovação passou a merecer uma crescente atenção dos trabalhos no campo da geografia da inovação económica. A construção de conceitos com o propósito de romper com as fronteiras das escalas geográficas de análise dos processos de inovação é um claro sinal da procura por formas multiescalares de interpretação.

Um dos exemplos é a proposta dos sistemas regionais de inovação transfronteiriços (Tripl, 2006 e 2010; Lundquist & Tripl, 2013). Procurando perfurar as fronteiras da escala de proximidade institucional por excelência – os sistemas nacionais de inovação – esta é uma proposta que se foca nas regiões de fronteira entre diferentes países, procurando explorar a possibilidade de constituição de sistemas de inovação que atravessem mais do que um país, logo conjugando diferentes graus de proximidade institucional e cultural. Makkonen e Rohde (2016) apontam que este conceito se sustenta na exploração de diferentes dimensões de proximidade e que se constitui também como um instrumento conceptual para explorar o papel da variedade relacionada no processo de inovação, isto é, diferentes graus de proximidade cognitiva e tecnológica.

Outro exemplo, direcionado explicitamente às políticas multiescalares de inovação, é o conceito de supersistema nacional de inovação (Fromhold-Eisebith, 2007). Centrando-se nas

políticas de promoção da ciência, tecnologia e inovação, elabora em torno das formas como se podem criar pontes entre os sistemas nacionais de inovação, os sistemas regionais de inovação e os sistemas internacionais de inovação para se combinarem e complementarem. Argumentando a partir da constatação de que os três níveis não podem funcionar de forma independente uns dos outros, sendo mais apropriada uma abordagem em que eles se apoiam mutuamente nas suas qualidades específicas, acentua, no entanto, o papel da escala nacional e do sistema nacional, nomeadamente como *pivot* das redes de ciência e tecnologia.

Sustentada numa leitura multiescalar dos processos de inovação, emerge a possibilidade de exploração de “redes internacionais de inovação” (Bunnell & Coe, 2001, p. 571) e a exploração de “redes transnacionais de inovação” (Coe & Bunnell, 2003, p. 443). Coe e Helpman (1995) sustentam que um determinado país pode extrair benefícios diretos dos esforços de países estrangeiros em I&D, nomeadamente através da aprendizagem sobre novas tecnologias, novos materiais, novos processos de produção ou novos métodos organizacionais, por via das relações económicas internacionais.

As redes globais de produção⁶⁵ são outro veículo para a aprendizagem e para o *spillover* transnacional/global do conhecimento e da inovação (Henderson, *et al.*, 2002; Coe, 2012; Coe & Hess, 2013; Neilson, Pritchard, & Yeung, 2014; Coe & Yeung, 2015). Embora não sendo um conceito especificamente dirigido às redes de inovação, o conceito de redes globais de produção considera os processos de produção e translação de conhecimento e inovação na produção de bens e serviços (Coe, 2011). A ideia de rede de produção⁶⁶, ao sublinhar o papel dos atores e as respetivas estratégias de cooperação e coordenação através das quais se constroem e estruturam estas redes (Coe & Yeung, 2015), incorpora, pelo menos, a possibilidade de exploração de formas de inovação do processo produtivo e de inovação organizacional. Assume-se claramente que o envolvimento nestas redes globais

⁶⁵ Baseado no conceito de rede de produção (por oposição ao de cadeia de valor), definido como “the nexus of interconnected functions and operations through which goods and services are produced, distributed and consumed” (Henderson, Dicken, Hess, Coe, & Yeung, 2002, p. 445), uma rede global de produção “is one whose interconnected nodes and links extend spatially across national boundaries and, in so doing, integrates parts of disparate national and subnational territories” (Coe, Dicken, & Hess, 2008, p. 274). Numa definição mais recente (a que os autores apelidam de versão 2.0) são envolvidos também os atores não económicos e uma estrutura de governança, isto é “we define a *global production network* as an organizational arrangement, comprising interconnected economic and non-economic actors, coordinated by a global lead firm, and producing goods or services across multiple geographical locations for worldwide markets” (Coe & Yeung, 2015, p. 1 e 2).

⁶⁶ Pretende revelar “the complex circulation of capital, knowledge and people that underlie the production of all goods and services, and the various services firms of different kinds that are involved in those circulatory processes” (Coe, Dicken, & Hess, 2008, p. 275)

de produção possibilita que os atores locais obtenham ganhos de inovação tecnológica e melhoria das competências através da transferência de *kow-how* e de tecnologia (Coe, *et al.*, 2004; Yeung & Coe, 2015). Ainda que o conceito não se foque exclusivamente nos processos de inovação, é claro que estes estão contemplados no conceito de redes globais de produção. Aliás, o processo de inovação económica é parte integrante e embrenhado nas redes de produção. A ideia de redes globais de produção “is a conceptual framework that is capable of grasping the global, regional and local economic and social dimension of the processes involved in many (through by means all) forms of economic globalization” (Henderson, *et al.*, 2002, p. 445). Isto é, ao colocar as múltiplas localizações dos atores organizacionais reunidos através de relações económicas no centro desta abordagem conceptual, Coe e Yeung (2015) acentuam o seu carácter multidimensional e multiescalar.

O papel do espaço relacional internacional/global nos processos de inovação é vincado pela cunhagem de múltiplas expressões que sublinham precisamente a escala internacional de interação. São exemplos a imagem das redes internacionais de inovação (Bunnell & Coe, 2001), as redes transnacionais de inovação (Coe & Bunnell, 2003), os sistemas internacionais de inovação (Fromhold-Eisebith, 2007), os sistemas globais de inovação (Spencer, 2000; Binz & Truffer, 2017) ou as redes globais de inovação (Chaminade & Vang, 2008; Liu, Chaminade, & Asheim, 2013). A racionalidade analítica da estrutura conceptual da rede global de produção é útil para explorar mais especificamente as redes internacionais de inovação. Aliás, Liu, Chaminade e Asheim (2013) assinalam a ação recíproca entre as redes globais de produção e as redes globais de inovação e Pietrobelli e Rabellotti (2011), apoiando-se no conceito de cadeia global de valor, demonstram que existem mecanismos de aprendizagem ao longo das cadeias globais de valor, onde a proximidade organizacional ou relacional é, por vezes, mais importante do que a proximidade geográfica para apoiar a produção, identificação, apropriação e fluxo do conhecimento, mesmo aquele que exhibe forte pendor tácito. Este tipo de racionalidade de redes globais é incorporada no trabalho de Coe e Bunnell (2003) dirigido aos processos de inovação, para sustentar a existência de redes transnacionais de inovação.

Quadro 31: Propriedades analíticas das redes globais de produção.

Propriedades analíticas das redes globais de produção
<ul style="list-style-type: none">• Para além dos atores empresariais, permite capturar os outros atores envolvidos enquanto parte constituinte das redes.• Enfatiza os processos sociais envolvidos na produção de bens e serviços e na reprodução do conhecimento.• Considera que as instituições estão limitadas aos contextos espaciais, logo estão limitadas a diferentes escalas geográficas.• Promove a compreensão territorializada das redes, (re)configuradas pelas questões sociais, económicas e políticas específicas dos lugares.• Reconhece que as redes perfuram as fronteiras do Estado de formas muito diferentes, influenciadas por questões regulamentares e pelas condições sociais e culturais específicas dos lugares, gerando uma estrutura territorial descontínua.• Considera as configurações espaciais específicas como uma característica inerente a todas as redes, pelo que cada rede global pode ser mapeada a partir da localização dos seus atores e pela representação das relações mútuas.• Considera que todas as redes devem ser consideradas como multiescalares, cujos fluxos relacionais circulam num duplo sentido entre as escalas locais, regionais, nacionais e globais, construídas e transformadas ao longo do tempo por múltiplos agentes.• Considera que as redes, para além de ligarem as empresas, também conectam outras organizações de outras esferas de ação e conectam os aspetos da organização espacial e social no qual as empresas estão inseridas.• Considera que a participação desses lugares nas redes globais de produção pode gerar novas dinâmicas, evitando o risco de <i>lock-in</i> espacial ou gerando novos nós das redes globais.• Considera que existe <i>embeddedness</i> territorial ao qual a rede global de produção é ancorada pelas diferentes empresas localizadas nesses diferentes lugares, pelo que as redes globais tornam-se <i>embedded</i> nesses lugares, no sentido em que absorvem e são constrangidas pelas atividades económicas e pelas dinâmicas sociais que já existem nesses lugares.• Considera que existe <i>embeddedness</i> na própria rede, através das relações entre os membros da rede, independentemente do país de origem ou de cada lugar particular de ancoragem: a arquitetura da rede, relacionada com a estrutura da rede, o grau de conectividade dentro da rede, a estabilidade das relações entre os atores e a importância da rede para os participantes determina a <i>embeddedness</i> individual de cada agente na rede, assim como determina a estrutura e a evolução da rede global de produção como um todo. O <i>embeddedness</i> da rede é interpretado como o resultado do processo de construção de confiança entre os agentes da rede, importante para o sucesso e estabilidade das relações.• Considera que as empresas que trabalham num mesmo setor têm maior probabilidade de criarem redes globais com uma arquitetura com um certo grau de similitude (graças às semelhanças nas tecnologias, produtos, mercados, linguagem, estrutura de comunicação, governança, etc.). Da mesma forma se pode considerar que existem diferenças na forma como as empresas de setores diferentes criam as suas redes.• Considera que, embora existam similitudes na forma com as empresas trabalham dentro de um mesmo setor, existem também especificidades que as diferenciam em termos das prioridades estratégicas, das relações que estabelecem, etc.• Considera que é dentro das diferentes redes que as questões particulares de governança emergem.• Considera que as configurações institucionais têm um impacto simultaneamente local e global nas redes, sendo uma questão central para se identificar, de entre os lugares concretos incorporados nas redes, aqueles onde essas redes globais podem promover o desenvolvimento económico e social.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Henderson, *et al.* (2002), Coe, *et al.* (2004), Coe, Dicken e Hess (2008), Dicken (2011), Coe (2012);, Coe e Hess (2013), Coe e Yeung (2015) e Yeung e Coe (2015).

O facto de se acentuar as relações internacionais, tal não significa que se concorde com a tese da morte da geografia. Pretende-se isso sim, sublinhar que a proximidade geográfica permanece como um elemento importante na transferência do conhecimento ao mesmo tempo que também se sublinha que a sobrevalorização da proximidade geográfica é insuficiente para a exploração dos processos de produção e transferência do conhecimento e da inovação (Torre, 2008). Isto é, o espaço relacional de produção e translação do conhecimento e da inovação é multi e interesalar.

O Quadro 31 faz a síntese das características analíticas das redes globais de produção, que podem ser úteis no momento de focagem nos processos de inovação.

3.7.1. Mecanismos de interação à distância

A constatação de que nem todo o conhecimento resulta de processos de interação locais (Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996; Malmberg & Maskell, 2006; Bathelt & Glückler, 2011; Bathelt & Cohendet, 2014; Glückler & Panitz, 2021) estimula à exploração dos mecanismos que possibilitam a interação à distância nos processos de inovação. Esta interação geograficamente distante é proporcionada pela criação de proximidade relacional. O recurso a estratégias de criação de proximidade relacional que permitam aligeirar a necessidade de proximidade geográfica permanente, ajudam a superar as limitações impostas pela localização (Torre, 2008). As comunidades de prática e epistémicas são alguns exemplos de configurações sociais que criam proximidade relacional e que possibilitam a organização dos processos de aprendizagem interativa e, conseqüentemente, de produção e translação do conhecimento e da inovação através do espaço geográfico transescalar.

As organizações – não apenas as organizações empresariais mas outras, como por exemplo as universitárias (Kitagawa, 2010) – criam estratégias, através do estabelecimento de relações geograficamente mais distantes que, por um lado, podem funcionar como complemento, compensação e enriquecimento das relações que ocorrem nas escalas da proximidade geográfica (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004; Fontes, 2005a; Torre, 2008; Vale & Caldeira, 2007; Plechero & Chaminade, 2016; Su, 2017), e que podem mesmo funcionar como mecanismos centrais de transferência de conhecimento e de inovação (Fitjar & Rodríguez-Pose, 2011). Aliás, o entrelaçamento das redes locais e redes extralocais, sustentado em múltiplas “geographies of knowledge transfers over distance” (Bathelt & Henn, 2014, p. 1403), é apontado como o processo central na criação de conhecimento e na formação de novas ideias (Bathelt & Cohendet, 2014), permitindo superar limitações decorrentes das características próprias de cada lugar/região (Quadro 32).

Quadro 32: Superação das limitações da proximidade geográfica através da proximidade relacional transescalar.

Limitações da proximidade geográfica	Papel das relações transescalares
Áreas territoriais periféricas e regiões menos desenvolvidas.	Representam uma das principais fontes de aprendizagem interativa e de reforço da capacidade de inovação, sobretudo quando as relações se estabelecem com regiões intensivas em conhecimento.
Organizações localizadas fora dos grandes <i>clusters</i> de conhecimento ou totalmente fora de <i>clusters</i> .	Possibilita o acesso a fonte de conhecimento e a troca de bens e serviços através da conexão com organizações localizadas em qualquer lugar.
Ausência ou pobreza dos serviços em determinados domínios do sistema local de produção.	Propiciam oportunidades para se estabelecerem parcerias estratégicas em atividades com valor acrescentado e acesso a funções críticas envolvendo mesmo conhecimento tácito.
Ausência de empresas orientadas para a aplicação tecnológica e para o mercado ou empresas de capital de risco.	Possibilitam o acesso a recursos adicionais de investigação, a monitorização dos desenvolvimentos tecnológicos e dos mercados e a entrada no mercado internacional.
Lugares ou regiões emergentes com baixo nível de capacidades tecnológicas.	Funcionam como mecanismo de compensação para o desenvolvimento de processos de inovação radical.
Investigação científica e base de conhecimento local limitada.	Tendência para procurar fontes de conhecimento e parceiros distantes através da mobilização de redes pessoais.
Insuficiência de talento especializado.	Atração do talento através de redes distantes.
Mercados tecnológicos globais e natureza distribuída da produção do conhecimento científico por diferentes equipas de investigação.	Estabelecimento de relações distantes para acesso ao mercado global e para participar no processo de produção, e assim aceder ao conhecimento desenvolvido.
Especialização num número limitado de aspetos do conhecimento.	Estabelecimento de redes distantes para aceder a conhecimento e competências multidisciplinares.
<i>Lock-in</i> cognitivo, tecnológico e criativo provocado por excesso de <i>embeddedness</i> e redundância da informação.	Criação de diferentes tipos de <i>pipelines globais</i> canalizam conhecimento para o <i>cluster</i> produzido noutros lugares, aumentando a variedade.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), Fontes (2005a), Gertler e Vinodrai (2009), Vale e Caldeira (2007), Rodríguez-Pose e Fitjar (2013), Fitjar e Huber (2014), Maskell (2014), Bathelt e Cohendet (2014), Plechero e Chaminade (2016) e De Noni, Orsi e Belussi (2018).

A criação de proximidade relacional apesar da distância geográfica recorre à conjugação de diferentes mecanismos que possibilitam as interações geograficamente distantes. Um dos mecanismos de alargamento do espaço relacional da inovação às escalas geográficas mais distantes passa pela criação de *pipelines* globais. Outros mecanismos são o *buzz* global e o *buzz* virtual. O Quadro 33 faz a síntese destes mecanismos de interação à distância.

Em geral, os mecanismos de interação à distância – *pipelines* globais, *buzz* global, *buzz* virtual – são facilitados por matrizes de conjugação de diferentes graus de proximidade cognitiva, organizacional, social e institucional, cujas geometrias variáveis são contingentes face ao conhecimento base de que partem, ao modo de inovação predominante, ao estágio de desenvolvimento da inovação e respetivo ciclo de vida, às características específicas das organizações envolvidas, e até às características específicas dos lugares/regiões e países onde estas se localizam.

Quadro 33: síntese dos mecanismos de interação à distância.

	<i>Pipelines</i> globais	<i>Buzz</i> global	<i>Buzz</i> virtual
Definição	Sistema de canais externos às organizações, formalizados por contratos e acordos, que estabelecem ligações entre organizações geograficamente distantes (à escala internacional/intercontinental).	Sistema de imersão e contactos cara a cara com clientes, fornecedores, competidores, pares, etc., ao participar em eventos internacionais que concentram atores especializados de todo o mundo (colocalização temporária em <i>clusters</i> temporários).	Sistema de comunicações mediadas por computador, síncronas ou assíncronas, que ocorrem no espaço virtual.
Identificação	Contratos com fornecedores / consultores / clientes; Projetos de I&D+I; Acordos de cooperação; (Co)publicações científicas e Patentes.	Eventos profissionais internacionais: feiras de negócios, exposições, conferências, congressos, etc; Mobilidade profissional temporária entre organizações dispersas.	<i>Emails, chats;</i> Videoconferências; Comunidades virtuais (<i>blogs</i> , redes sociais, etc.); <i>Crowdsourcing</i> .
Objetivos	Suprimir lacunas concretas de uma determinada organização ou limitações decorrentes da sua localização num determinado território em concreto; Reduzir o risco de excessos de <i>embeddedness</i> que resulta em <i>lock-in</i> e redundância do conhecimento; Encontrar conhecimento que preencha os buracos estruturais da rede de conhecimento da organização.	Aceder às mais recentes inovações; Identificar tendências; Trocar conhecimento, proporcionar aprendizagens interativas e gerar ideias; Construir redes, identificar novos parceiros, estabelecer contacto e confiança inicial ou aprofundá-la; Iniciar colaborações, que se poderão converter em duradouras e intensificar ou aprofundar relações prévias; Estabelecer novos <i>pipelines</i> para aceder ao novo conhecimento e aos novos mercados; Participar no <i>buzz</i> global que se gera no evento, e transportá-lo para o <i>cluster</i> permanente ou duradouro onde se localiza a organização.	Criar alternativa de comunicação, caso envolva apenas transferência de conhecimento explícito ou informação (ex. equipas dispersas de investigação); Gerar interações complexas e formação de redes, quando conjugadas com encontros cara-a-cara, atendendo às contingências próprias de cada cadeia de valor e do conhecimento base envolvido; Ampliar a combinação de estratégias, de oportunidades e de dinâmicas de acesso à informação, de aprendizagem interativa, de produção e disseminação do conhecimento e de inovação; Mobilizar reservatórios de conhecimento e especialistas, independentemente da sua localização (<i>Crowdsourcing</i>).
Redes	Origem intencional e seletiva (considera a reputação e objetivos específicos); Conteúdo (informação e conhecimento) é filtrado e controlado; Relações de confiança e formalizadas, mas com intensidade, qualidade e duração variável; Ligações inicialmente pouco profundas, que se vão aprofundando, à medida que aumenta a confiança e o reconhecimento mútuo.	Origem espontânea ou intencional Ligações intensas de duração muito compacta (intensidade momentânea); Conteúdo diversificado das relações; Criação de ligações novas (para aceder a novo conhecimento ou a novos mercados) que se podem vir a converter em <i>pipelines</i> translocais mais duradouros (novos parceiros); Intensificação e aprofundamento de ligações já existentes.	Redes com características muito diversificadas, contingentes face ao conhecimento base envolvido, aos objetivos de partida e ao foco temático/cognitivo, mas normalmente com ligações fracas, intermitentes e conteúdos informativos; Dependendo do tipo de ferramenta utilizada, pode permitir aceder a ligações em hipertexto ou ligações horizontais, possibilitando o acesso a arquivos e redes cumulativas de seleção, aprendizagem, memória e triangulação.
Limitações	Implica investimentos significativos de recursos e de tempo; Capacidade de absorção do conhecimento próprio de cada organização determina o sucesso das ligações ao conhecimento novo (aproximação cognitiva); Desenvolvimento de estruturas interpretativas comuns entre as organizações das extremidades dos <i>pipelines</i> globais para possibilitar a absorção mútua do conhecimento (aproximação organizacional, institucional e cognitiva); Limitações no nº de <i>pipelines</i> globais que a organização pode estabelecer e manter. Capacidade variável das cidades e das regiões para assimilar os benefícios da difusão das inovações através das redes.	Não é um mecanismo 'puro' de drenagem de conhecimento à distância, exigindo colocalização temporária (proximidade geográfica temporária) Disponibilidade (de tempo e recursos) para deslocações temporárias a diferentes lugares territorialmente dispersos; Caráter complementar, que não substitui a inserção em <i>clusters</i> duradouros ou permanentes, e as interações cara-a-cara temporárias são um suplemento que não substitui as de caráter regular ou permanente; Não substitui a criação de <i>pipelines</i> formalizados para retirar maior benefício dos processos de aprendizagem, translação do conhecimento e inovação.	Ausência de comunicação multidimensional e multiplexa que empobrece a comunicação e dificulta a transmissão de conhecimento com forte dimensão tácita; Redução da interação comunicativa que a torna menos relacional, compreensível e menos efetiva, reduzindo o potencial de construção de confiança; Limitações na transferência de conhecimento com forte dimensão tácita e nos processos de aprendizagem por via do <i>learning-by-doing</i> ; Dificuldade em iniciar a comunicação por causa da ausência física; São complementares aos processos de inovação, não substituindo a necessidade de criação de <i>pipelines</i> globais ou a participação em <i>clusters</i> temporários ou permanentes com comunicação cara-a-cara.

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Owen-Smith, *et al.* (2002), Owen-Smith e Powell (2004a), Bathelt, Malmberg, e Maskell (2004), Malmberg e Maskell (2006), Maskell (2014), Bathelt e Scholdt (2008 e 2010), Bathelt e Turi (2011), Scholdt e Bathelt (2011), Boschma (2005), Ramírez-Pasillas (2008), Tripll, Tödtling, e Lengauer (2009), Jones, Spigel, e Malecki (2010), Grabher e Ibert (2014), Martin, *et al.* (2018), Cao, *et al.* (2021), Wiig, Liu, e Zukauskaitė (2021) e Rodríguez-Pose (2021).

Quadro 34: Mitigação da distância geográfica através do espaço relacional.

O Espaço relacional à distância geográfica	
Cognitiva / tecnológica	<p>Partilha de foco cognitivo e de objetivos facilita o estabelecimento de relações geograficamente distantes; Cria uma lógica de similaridade que facilita a cooperação e a troca de conhecimento; Gera capacidade local de absorção do conhecimento externo; A pertença a comunidades epistémicas possibilita a translação de conhecimento, ainda que com pendor tácito; Tem um efeito positivo nas descobertas disruptivas enquanto conhecimento tecnologicamente próximo com origem internacional; Dentro das comunidades de prática internacionalmente móveis com contacto cara-a-cara temporários é possível a transferência recíproca de conhecimento com maior pendor tácito através das fronteiras organizacionais e das fronteiras nacionais; Facilita a criação de <i>pipelines</i> globais para bombear conhecimento produzido noutros lugares; Possibilita, através e entre os membros das comunidades epistémicas, que o conhecimento parcialmente articulado seja transmitido a longas distâncias; Facilita as atividades de <i>exploitation knowledge</i>, ainda que estas possam necessitar de momentos pontuais de colocação; Para o acesso ao conhecimento analítico a proximidade cognitiva é mais significativa que a proximidade territorial; A partilha de valores e esquemas interpretativos facilita a canalização do conhecimento gerado em <i>clusters</i> distantes (mesmo que sejam clusters temporários) e a posterior partilha por processos de <i>buzz</i> local.</p>
Organizacional	<p>Cria uma lógica de pertença, inscrita nos genes ou nas rotinas da organização que facilita a interação pelas regras de comportamento ou rotinas; Empresas transnacionais e outras formas de proximidade organizacional podem ser um substituto parcial da proximidade geográfica para as pessoas que já fazem parte de uma comunidade de prática; Facilita a criação de <i>pipelines</i> para intencionalmente bombear conhecimento específico; Funciona como porta de acesso para o estabelecimento de redes científicas internacionais; O envolvimento na coprodução de conhecimento em organizações internacionais funciona como exposição a outras culturas organizacionais o que permite a inserção nessas comunidades epistémicas possibilitando, posteriormente, o estabelecimento de redes distantes para dar continuidade aos projetos ou para explorar novas oportunidades; As organizações de investigação funcionam como mediadoras ao envolvem-se em redes internacionais de coprodução de conhecimento, expondo os seus membros a oportunidades para participarem em redes internacionais de investigação e assim acederem a essas comunidades científicas internacionalmente dispersas com ganhos de conhecimento por via da participação formal em projetos de investigação e aumentando também a troca informal de conhecimento.</p>
Social	<p>As experiências internacionais de investigação em centros de excelência possibilitam a posterior mobilização das redes pessoais que facilitam a mobilização de conhecimento e de organizações distantes; A rede pessoal dos empreendedores com antigos professores, colegas, orientadores ou parceiros de projetos possibilitam o acesso a informação importante sobre investigação relevante ou parceiros e acesso à rede científicas, funcionando ainda como meio de aumentar a reputação e credibilidade; A pertença a equipas locais de investigação científica de topo geram normalmente redes internacionais facilitando a entrada em comunidades científicas relevantes localizadas em lugares distantes; A diversidade de cidadanias dos trabalhadores de uma empresa favorece a criação de redes sociais com indivíduos e organizações de diferentes países graças às suas redes de contactos pessoais que perduram ao longo do tempo e do espaço.</p>
Institucional	<p>A partilha dos mesmos valores e expectativas com atores não locais beneficia a aprendizagem interativa; Facilita o estabelecimento de <i>pipelines globais</i> de criação de conhecimento e a aprendizagem interativa; A imersão em diferentes culturas, ainda que temporária, facilita as ligações e a participação no desenvolvimento de conhecimento científico entre diferentes países; Favorece o estabelecimento de redes mesmo quando geograficamente existem outras opções mais perto. A partilha da mesma língua facilita a cooperação internacional, mesmo entre laboratórios de investigação entre comunidades de investigadores; A diversidade de cidadanias dos empregados de uma empresa proporciona conhecimento sobre o contexto institucional de outros países, facilitando lidar com a diversidade institucional e ampliando o espaço de busca e criação de redes na construção de sistema global de inovação; Os sistemas sociotécnicos desenvolvem racionalidades institucionais que são difundidas através de redes internacionais e, assim, tornam-se influentes em diferentes lugares do mundo, produzindo inter-relação multiescalar das estruturas institucionais e dos atores nos sistemas sociotécnicos.</p>

Fonte: elaboração própria a partir dos trabalhos de Lissoni (2001), Saxenian (2002), Morgan (2004), Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), Boschma (2005), Fontes (2005a), Gilsing e Nooteboom (2005 e 2006), Agrawal, Cockburn e McHale (2006), Phene, Fladmoe-Lindquist e Marsh (2006), Gilding (2008), Saxenian e Sabel (2008), Torre (2008), Bathelt e Schuldt (2008), Moodysson, Coenen e Asheim (2008), Bathelt e Henn (2014), Grillitsch e Chaminade (2018), Fuenfschillinga e Binz (2018), Gui, Liu e Du (2018), Cao, Derudder e Peng (2019) e Liu, et al.(2021).

Ainda que a proximidade cognitiva seja a que maior influência tem nas relações geograficamente distantes, sobretudo por causa da necessidade de proximidade cognitiva entre os membros das comunidades epistêmicas e de prática territorialmente distribuídos, para que possa ocorrer aprendizagem e absorção e incorporação do conhecimento, as outras dimensões de proximidade não deixam de exercer a sua influência. Seja pelo papel facilitador na interpretação das rotinas e culturas organizacionais (proximidade organizacional); seja pela confiança e credibilidade enraizada nas relações de amizade ou de trabalho (proximidade social); seja pela partilha de valores ou da língua, mesmo quando existem alternativas territorialmente mais perto, mas institucionalmente mais distantes (proximidade institucional), estas dimensões de proximidade e distância acabam por influenciar as possibilidades de criação de proximidade relacional à distância geográfica. O Quadro 34 faz uma síntese das ideias contidas em alguns dos trabalhos que sustentam o papel destas diferentes dimensões na criação de proximidade relacional apesar da distância geográfica.

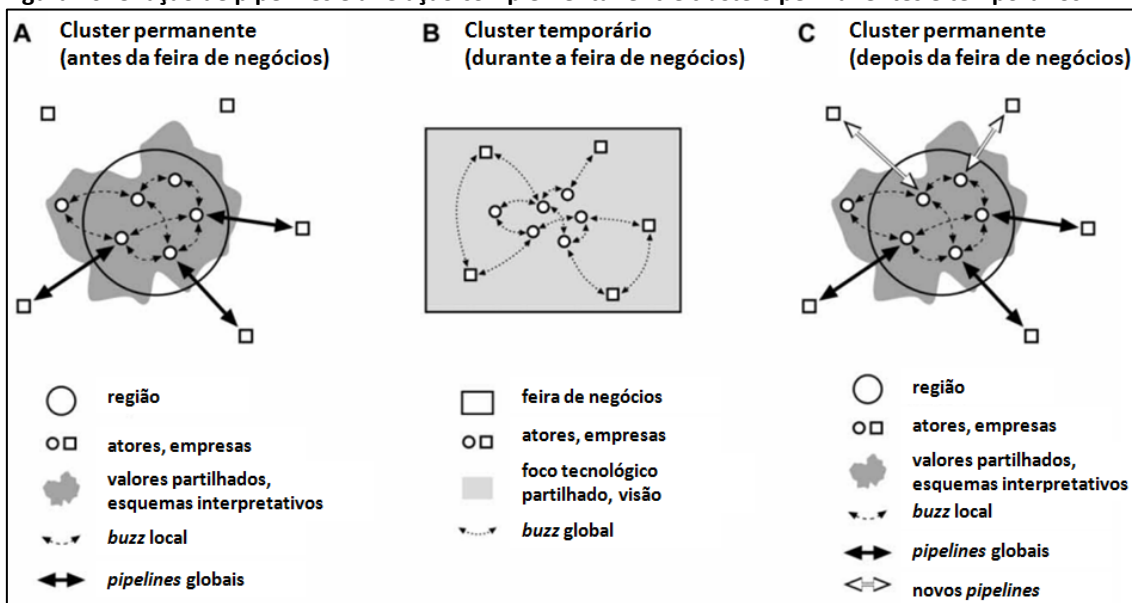
3.7.2. A geografia relacional multiescalar dos processos de inovação.

O debate transescalar do espaço relacional de produção e translação do conhecimento e inovação começou por centrar-se nos extremos das escalas geográficas de inovação, isto é, a escala local enquanto os nós da rede e a escala global como o espaço das ligações. O modelo interpretativo da “estrutura e dinâmica do buzz local e dos *pipelines* globais” de (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004, p. 46) sugere uma dinâmica que se estabelece precisamente entre o *buzz* local que ocorre nos nós da rede – os *clusters* e sistemas regionais de inovação – e os *pipelines* globais que ligam entre si os diferentes nós da rede. Bathelt, Malmberg e Maskell (2004) apontam uma relação complementar entre estas duas escalas relacionais. Isto é, quanto maior o número de *pipelines* globais estabelecidos pelas organizações de um dado *cluster*, maior será o volume de informação bombeado para o *cluster* a partir de localizações externas, o que poderá contribuir para enriquecer os processos de *buzz* e de interação cara-a-cara locais. Desta forma contribuem para alimentar localmente o uso de conhecimento com origem distante. Por outro lado, é de esperar que uma empresa localizada num ambiente localmente rico em processos de *buzz* e cara-a-cara seja mais atrativa para que outras organizações, localizadas fora desse ambiente local, queiram com ela estabelecer *pipelines* globais, como forma de acederem a parte do conhecimento que circula nesse *cluster* em particular (Bathelt, Malmberg, & Maskell, 2004; Malmberg & Maskell, 2006). Ou seja, o

estabelecimento de *pipelines* globais depende do *buzz* local, mas também contribui para aumentar esse mesmo *buzz* local. Por outro lado, os benefícios do estabelecimento destes *pipelines* globais não se confinam ao interior da organização, mas derramam-se para as interações que ocorrem entre as organizações inseridas nos *clusters* localizados nas extremidades dos *pipelines* globais.

Bathelt e Schuldt (2008) elaboram uma atualização do modelo inicial de Bathelt, Malmberg e Maskell (2004), para contemplarem a possibilidade de criação de *pipelines* para estabelecerem a relação complementar entre os *clusters* temporários e os *clusters* permanentes. Nele se explicita o papel das interações cara-a-cara temporárias e a sua transferência para os *clusters* locais, contribuindo para aumentar o *spillover* de conhecimento local através do enriquecimento dos processos de *buzz* local (Figura 10).

Figura 10: Criação de pipelines e a relação complementar entre *clusters* permanentes e temporários



Fonte: retirado de Bathelt e Schuldt (2008, p. 856) (tradução própria).

No entanto permanece uma abordagem que pode conduzir a interpretações erróneas que contemplam apenas as relações entre as extremidades das ligações, numa lógica dicotómica local-global.

Mas as geografias são bem mais variadas, sendo necessário dar uma particular atenção pelo menos à escala nacional (sendo que a escala macrorregional constituída pelos blocos económicos regionais também mereceria um certo enfoque). Num trabalho posterior, Bathelt e Turi (2011) reconhecem a necessidade de ir além da simples dicotomia local-

global e Bathelt e Henn (2014) apontam a existência de diferentes geografias de transferência do conhecimento à distância em função do enquadramento, do foco cognitivo e da confiança ou risco envolvido nessas relações.

Nesta mesma linha de argumentação, Trippel, Tödtling e Lengauer (2009) apontam que a abordagem do *buzz* e dos *pipelines* não esclarece convenientemente os mecanismos que permitem que os atores de um determinado *cluster* tenham acesso ao conhecimento distribuído por diferentes escalas espaciais. Ao explorarem o *cluster* de *software* de Viena estabelecem a distinção entre relações de mercado, relações formais, *spillover* e redes informais. Demonstram que o *spillover* do conhecimento e as redes informais são profundamente significativas a todas as escalas espaciais e que este conhecimento é complementado por redes formais de investigação e desenvolvimento ao nível local e nacional. Demonstram ainda que os mecanismos de transferência do conhecimento são contingentes ao tipo de inovação: quanto mais radical é a inovação, maior a variedade de fontes de conhecimento e maior é a diversidade de mecanismos a que recorrem as organizações.

Sublinhe-se a importância da escala nacional, aparentemente negligenciada pelos modelos de Bathelt, Malmberg e Maskell (2004) e de Bathelt e Schuldt (2008). No caso do *cluster* de *software* de Viena, as redes informais e as parcerias formais são complementadas à escala nacional (Trippel, Tödtling, & Lengauer, 2009), enquanto a escala local se revela determinante para as redes informais de troca de conhecimento (*spillover* e *buzz* local). À escala global o *spillover* e os contactos informais fazem-se muito apoiados nos processos de *buzz* virtual, muito importantes para esta indústria. Este é um caso que reforça a visão teórica sobre as atividades que se apoiam no conhecimento base sintético. Reforça ainda a tese da necessidade de se adotar uma leitura multiescalar dos processos de inovação que abarque as escalas local/regional, nacional e supranacional.

Nos casos dos *clusters* de empresas de eletrónica da cidade de Horten (Noruega), adotando uma abordagem temporalmente evolutiva, Isaksen (2007) demonstra que o sistema nacional de I&D foi estrutural para o desenvolvimento das principais competências das empresas e que o mercado local de trabalho especializado, os fornecedores e as organizações do *cluster* local se tornaram fundamentais nos últimos anos do *cluster*. Isto é, as escalas relacionais fundamentais são a escala local e a escala nacional, sustentando que o tipo de *pipelines* e a escala geográfica através das quais as ligações se estabelecem são contingentes ao tipo de *cluster* e aos contextos específicos em análise.

Num estudo comparativo entre as indústrias de maquinaria inteligente e os serviços de conteúdos digitais na Finlândia, que compara o conhecimento base diferente em que se enraízam os processos de inovação (o primeiro fundamentalmente sintético e o segundo fundamentalmente simbólico), Sotarauta, *et al.* (2011) demonstram que para as atividades baseadas no conhecimento sintético os *pipelines* à escala nacional são essenciais para o fornecimento de conhecimento, enquanto que o recrutamento de pessoal ocorre fundamentalmente à escala local (com um papel central para as universidades locais), embora os *pipelines* enquanto redes supranacionais também estejam presentes. Já as atividades baseadas no conhecimento simbólico têm um comportamento mais próximo da típica bipolaridade do modelo, com o *buzz* local a desempenhar um papel importante como fonte de conhecimento e os *pipelines* globais a possibilitarem a comercialização dos produtos para toda a Europa e para os EUA. Estas observações reforçam a tese de Asheim e Coenen (2005) sobre a contingência dos processos de produção e translação do conhecimento em função do conhecimento base.

Ao explorarem os fornecedores austríacos da indústria automóvel, Grillitsch e Tripl (2014) demonstram que estes combinam diferentes fontes de conhecimento, usando para tal a combinação de diferentes canais de conhecimento⁶⁷, para combinarem diferentes escalas geográficas no acesso a fontes e canais de conhecimento. Neste último caso, a geografia relacional que resulta aponta no sentido de uma multiescalaridade na combinação de fontes de conhecimento. A escala global de relacionamento é muito relevante para a aquisição de conhecimento, com particular relevo para a escala europeia, no que diz respeito às relações dentro da cadeia de valor, destacando-se, para tal, a utilização de relações de mercado. As escalas nacional e regional são privilegiadas para o acesso ao conhecimento científico através de contratos de investigação e de cooperação de I&D e de redes informais. A escala regional e local são privilegiadas para a aquisição de conhecimento por via da contratação de pessoal qualificado. Transversal a todas as escalas geográficas de aquisição de conhecimento surge o *spillover*, apontado como muito significativo para o acesso a conhecimento quando

⁶⁷ Grillitsch e Tripl (2014) definem um conjunto de canais agrupados da seguinte forma:

spillover – participação em seminários, feiras, congresso, *workshops*, leitura de literatura e patentes, observação de outras empresas e recrutamento de pessoal qualificado;

ligações de mercado – aquisição de licenças, aquisição de máquinas e equipamentos, contratos de consultoria, contratos de investigação;

redes formais – cooperação em I&D;

redes informais – contactos privados e participação em grupos de trabalho.

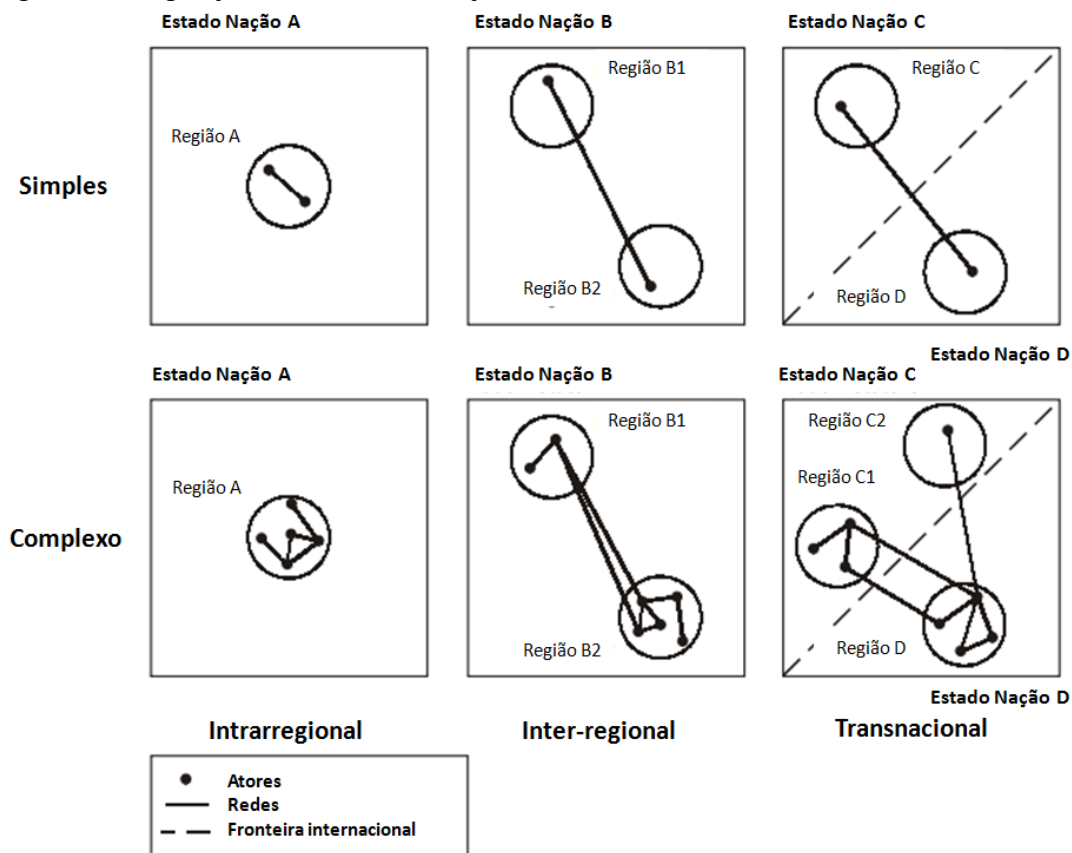
combinado nomeadamente com as ligações de mercado. Assim, a grande maioria das empresas combinam diferentes fontes, diferentes canais e diferentes escalas geográficas como estratégia de aquisição de conhecimento. Estas conclusões apontam mais uma vez para a necessidade de se adotar uma abordagem mais detalhada quanto às escalas territoriais envolvidas, assim como desafia em parte a tese do conhecimento base, nomeadamente ao constatar que o conhecimento sintético não está tão limitado à escala regional como seria de esperar e ao confirmar que as relações suprarregionais e supranacionais são muito importantes, nomeadamente através dos canais ao longo da cadeia de valor. No entanto estas conclusões não deixam de estar sujeitas à contingência do caso específico da indústria automóvel austríaca, cuja maioria dos clientes estão localizados fora das fronteiras desse país. Estes exemplos apontados visam sobretudo sustentar a ideia de que os processos de produção e translação do conhecimento e da inovação se configuram sob a forma de geografias relacionais variadas, abarcando uma multiplicidade de possibilidades de configurações de relações através de uma variedade de escalas, contrariando a imagem dicotómica local-global. Ainda assim, estes casos são processos baseados essencialmente em conhecimento sintético e simbólico. No subcapítulo seguinte explorar-se-á com maior detalhe os processos baseados no conhecimento analítico, a partir dos estudos de caso sobre a saúde humana. No entanto, sai desde já reforçada a tese de que as redes de inovação podem assumir variadas geografias (diferentes escalas envolvidas) e geometrias (em função do conhecimento base, do perfil da inovação, da tecnologia em desenvolvimento, etc.). É, aliás, nesse sentido que aponta a proposta de configuração das redes de inovação proposta por Coe e Bunnell (2003, p. 441) e a tipologia de configuração espacial dos sistemas tecnológicos de inovação proposto por Binz, Truffer e Coenen, (2014).

Coe e Bunnell (2003) centram a análise nas relações interempresas e a partir daí teorizam as redes que se criam (Figura 11):

- Rede simples intrarregional – composta por ligações díades dentro de uma região dentro de um país;
- Rede complexa intrarregional – composta por ligações múltiplas dentro de uma região dentro de um país;
- Rede simples inter-regional – composta por ligações díades entre atores de regiões diferentes, mas dentro de um mesmo país;

- Rede complexa inter-regional – composta por ligações múltiplas dentro e entre regiões dentro de um mesmo país;
- Rede simples transnacional – composta por ligações díades entre atores de regiões diferentes e de países diferentes;
- Rede complexa transnacional – composta por ligações múltiplas dentro da região e entre regiões de países diferentes.

Figura 11: configurações das redes de inovação

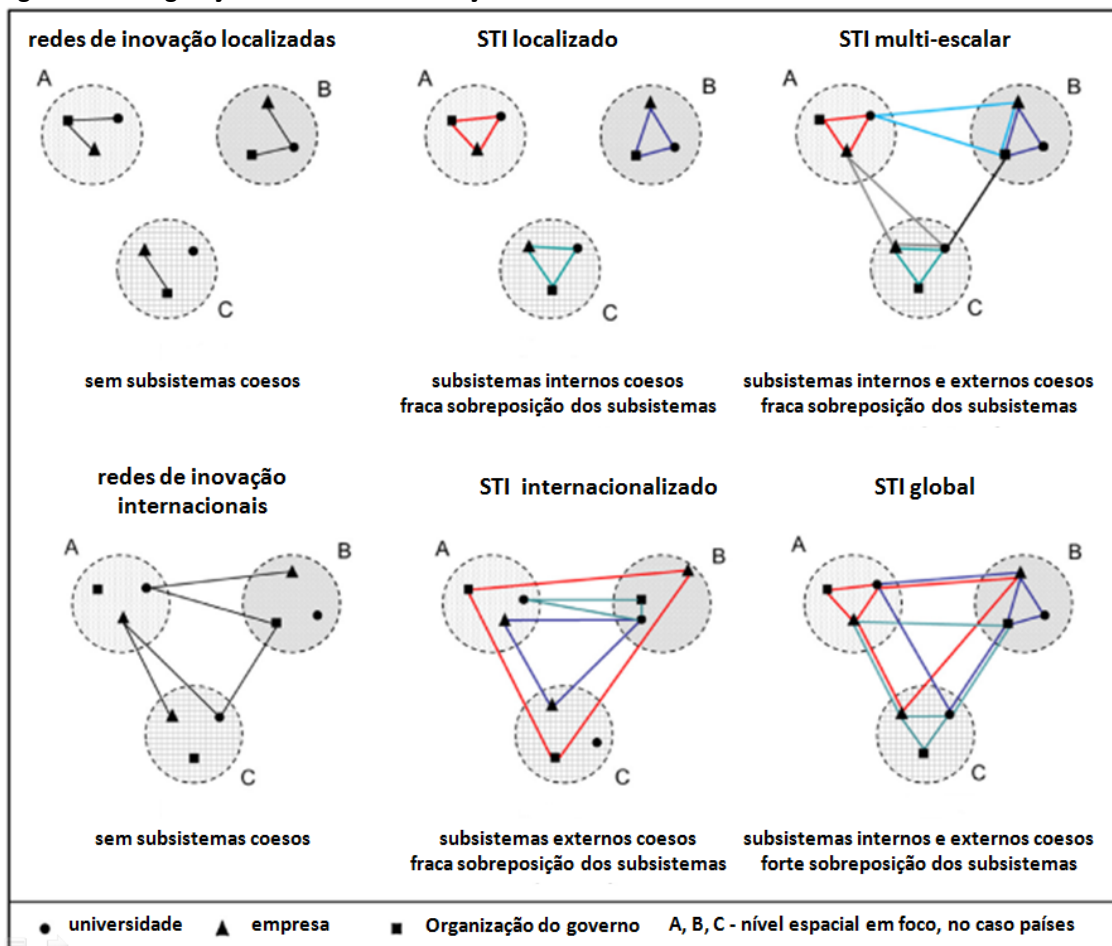


Fonte: retirado de Coe e Bunnell (2003, p. 441) (tradução própria).

Este modelo procura sublinhar a necessidade duma melhor compreensão dos processos de transferência extralocais do conhecimento, no entanto surge ainda intimamente relacionado apenas com as relações entre empresas e, dentro destas, conferindo um papel muito importante às empresas transnacionais. Uma das virtudes é a de não ignorar a escala nacional, e a sua influência em termos de configuração da proximidade institucional nesse processo, e sublinhar que a relação não é bipolarizada entre a escala local e as ligações globais com regiões geograficamente distribuídas. Outra das virtudes é a de

considerar, ainda assim, a importância da proximidade geográfica à escala regional na configuração do espaço relacional e que as ligações suprarregionais se fazem articulando as três escalas: local/regional, nacional e supranacional.

Figura 12: configurações das redes de inovação



Fonte: adaptado de Binz, Truffer e Coenen (2014, p. 142) (tradução própria).

Binz, Truffer e Coenen (2014) apresentam uma proposta tipológica (Figura 12), orientada para os sistemas tecnológicos de inovação, que não se centra apenas nas relações interempresariais, mas considera outros atores do sistema de inovação – universidades, empresas e organizações governamentais – claramente inspirado no modelo de hélice tripla. A existência de relações entre estas três esferas de ação marca a diferença entre a existência de um sistema tecnológico de inovação ou a existência de simples inovação. Considera-se assim que é a existência de relacionamento entre atores das diferentes esferas de ação do ecossistema de inovação que permite considerar que se está perante um sistema de inovação. Esta característica é claramente incorporada na interpretação que

se defende neste trabalho, aliás o segundo capítulo sustenta esta interpretação de um ecossistema social de inovação que envolve atores para além das organizações empresariais.

Em termos territoriais, a proposta não considera a escala local/regional, mas parte da escala nacional. Cria uma tipologia territorial dividida em duas categorias de acordo com as características relacionais anteriormente descritas entre os atores do ecossistema de inovação.

Nos casos de não se verificar o entrelaçar de relações entre as diferentes esferas de atores, Binz, Truffer, e Coenen (2014) identificam duas tipologias:

- Rede localizada de inovação – estabelece-se relações entre as organizações localizadas dentro da escala nacional, mas não relacionam diretamente atores das três esferas de ação;
- Rede internacional de inovação – não se estabelece relações entre os atores dentro da escala nacional, existindo apenas relações interorganizacionais à escala internacional, sem, no entanto, envolver relações diretas entrelaçando todos os atores das diferentes esferas.

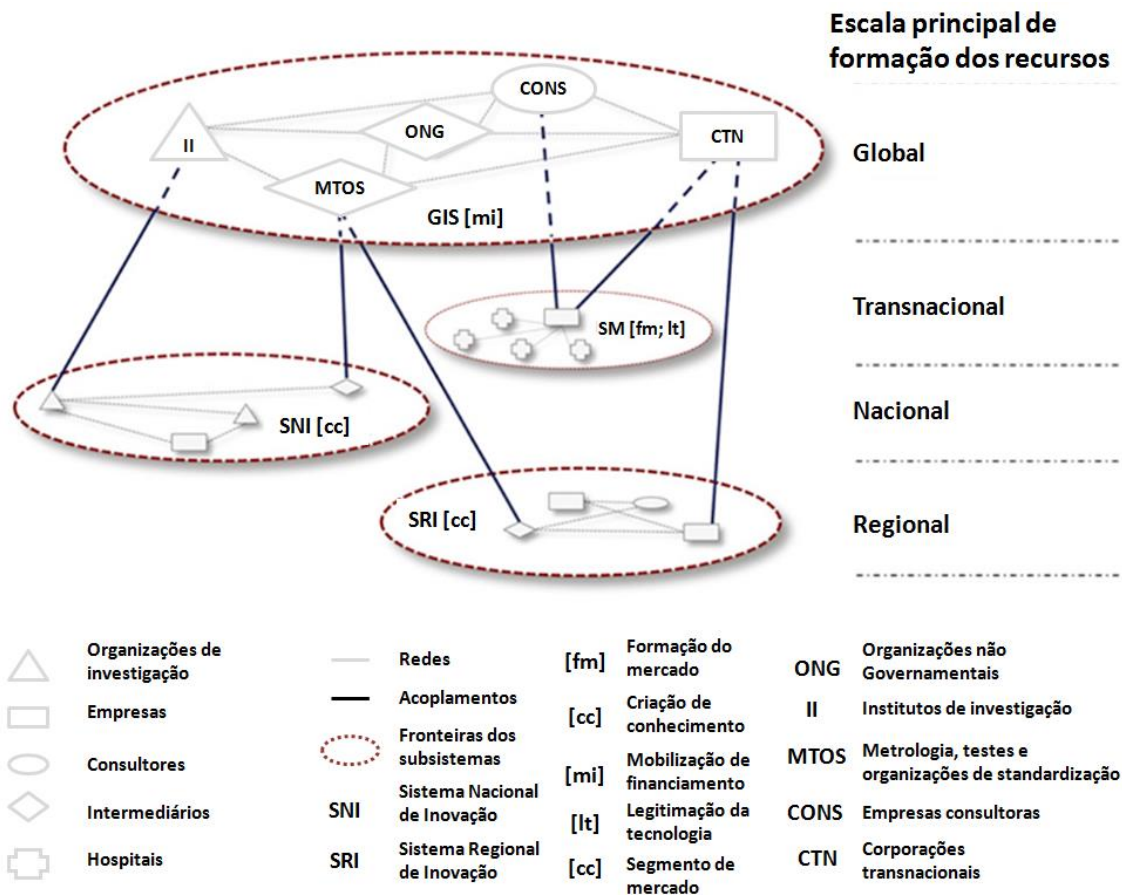
No caso de se verificar o entrelaçar de relações entre as diferentes esferas de atores, Binz, Truffer e Coenen (2014) identificam quatro tipologias:

- Sistema tecnológico de inovação localizado – existe o entrelaçamento das relações entre os atores das diferentes esferas, mas as relações ocorrem apenas dentro da escala nacional;
- Sistema tecnológico de inovação internacionalizado – existe entrelaçamento das relações entre os atores das diferentes esferas, mas o entrelaçamento faz-se apenas entre atores localizados em diferentes países, isto é, através das relações internacionais, havendo pouca conectividade entre os atores do sistema nacional;
- Sistema tecnológico de inovação multiescalar – existe boa conectividade e entrelaçamento das relações entre os atores das diferentes esferas à escala nacional e existem relações internacionais, embora sem entrelaçamento das ligações internacionais entre os atores das diferentes esferas;
- Sistema tecnológico de inovação global - existe boa conectividade e entrelaçamento das relações entre os atores das diferentes esferas à escala nacional e, simultaneamente, existem boa conectividade internacional também

com entrelaçamento das ligações internacionais entre os atores das diferentes esferas.

Com a preocupação de explorar a crescente complexidade espacial do processo de inovação, Binz e Truffer (2017) elaboram uma proposta dum modelo conceptual multiescalar dos sistemas de inovação (Figura 13).

Figura 13: Estrutura genérica de um hipotético sistema global de inovação na saúde



Fonte: retirado de Binz e Truffer (2017, p. 1288) (tradução própria).

Binz e Truffer (2017) sustentam que os principais recursos necessários à inovação (produção de conhecimento, mobilização de investimento, criação de mercados e legitimação da tecnologia) são gerados e mobilizados a partir de subsistemas multilocais, que estão simultaneamente espacialmente contidas em determinadas escalas locais/regionais e nacionais e espacialmente dispersas à escala transnacional e global, pelo que é necessário que se estabeleçam acoplações estratégicas entre diferentes subsistemas multilocais, configurando-se assim um sistema global de inovação.

O modelo considera que as interações às escalas regional e nacional são fundamentais para a formação de externalidades, mas inclui também as interações à escala internacional, pelo que a formação dos recursos necessários à inovação é fluida e multipolar, emergindo de subsistemas com geografias variáveis que podem ultrapassar as fronteiras regionais ou nacionais. Assim, a capacidade de mobilizar os recursos, distribuídos em múltiplos lugares de diferentes escalas geográficas, através de acoplações estratégicas recorrendo a outras formas de proximidade que não necessariamente a geográfica, é fundamental para aceder e ancorar os recursos necessários à inovação.

Neste sentido, o modelo hipotético dirigido à saúde (Figura 13) de Binz e Truffer (2017) estrutura-se em vários subsistemas, correspondendo, cada uma delas, a determinadas escalas geográficas onde se formam os principais recursos necessários à inovação:

- Escala global – configura o subsistema de mobilização do investimento financeiro e ocorre essencialmente à escala dos atores com alcance global (corporações transnacionais, consórcios de institutos de investigação científica, ONG's internacionais, etc.);
- Escala transnacional – organiza o subsistema de criação de um novo segmento de mercado, sendo normalmente desenvolvido por empresas transnacionais e empresas de consultoria envolvendo hospitais universitários conceituados, localizados um pouco por todo o mundo, em que se procede à identificação das necessidades do mercado e avaliação da resposta dos utilizadores à inovação, levando à sua legitimação inicial e ao estabelecimento do produto.
- Escala nacional – organiza o subsistema do processo de criação de conhecimento, que ocorre essencialmente em determinados sistemas nacionais de inovação específicos, alavancado por institutos de investigação especializados e por start-ups. Os acoplamentos estruturais são efetuados, por exemplo, por programas internacionais de investigação.
- Escala regional – organiza o subsistema de desenvolvimento de tecnologia que ocorre essencialmente à escala dos sistemas regionais de inovação em cujos *clusters* regionais existe um ambiente propício ao desenvolvimento de certas tecnologias específicas. Os acoplamentos estruturais são facilitados, por exemplo, pela presença duma filial de uma corporação transnacional que aporta financiamento e conhecimento para o meio inovador local.

Quadro 35: Tipos de configurações ideais dos sistemas globais de inovação

	Caraterísticas
SGI soltos	<ul style="list-style-type: none"> - Modo de inovação: predomina o modo STI; - Validação da inovação: é standardizada; - Produção de conhecimento: solto e com <i>spillover</i> espacial nas redes e comunidades internacionais (conhecimento facilmente codificável); - Investimento financeiro: solto, canalizado através de investidores de capital de risco, orientado para o investidor, empresas cotadas nos mercados internacionais de capitais; - Formação do mercado: solto, mercados de massas, com economias de escala e preços baseados na competição do mercado; - Legitimação: solta, com standards internacionais e códigos tecnológicos, observando-se uma preferência semelhante dos utilizadores em vários contextos internacionais; - Acoplamentos estruturais: comércio internacional de produtos e equipamentos, patentes/publicações, feiras de comércio internacional, redes académicas; - Exemplos típicos: solar fotovoltaica, eletrónica de consumo, farmacêuticas, produtos químicos a granel, construção de códigos de <i>software</i>, banca de investimento e comércio, <i>call-centers</i>; - Próximo dos casos retratados pela literatura sobre cadeias globais de inovação.
SGI ancorados no mercado	<ul style="list-style-type: none"> - Modo de inovação: predomina o modo STI; - Validação da inovação: é customizada, dependente de competências muito bem inseridas localmente; - Produção de conhecimento: solto e com <i>spillover</i> espacial nas redes e comunidades internacionais (redes internacionalizadas de empresas, universidades e associações profissionais); - Investimento financeiro: bastante solto, canalizado através de corporações transnacionais e de grandes investidores institucionais; - Formação do mercado: aderente, com adaptação dos produtos aos contextos locais e criação das preferências dos utilizadores em nichos de mercado locais; - Legitimação: muito aderente, fortemente dependente dos contextos institucionais pré-existentes, extensão para padrões internacionais; - Acoplamentos estruturais: corporações transnacionais, redes académicas, projetos de demonstração transnacionais, associações internacionais e ONG's; - Exemplos típicos: captura e armazenamento de carbono, energia nuclear, tratamento de água, serviços de contabilidade e impostos, hospitais, seguros; - Próximos dos casos retratados pela literatura sobre transição sustentável.
SGI espacialmente aderentes	<ul style="list-style-type: none"> - Modo de inovação: predomina o modo <i>DUI</i>; - Validação da inovação: é customizada e fortemente integrada nas condições específicas do contexto territorial (nacional / regional); - Produção de conhecimento: aderente, em meios regionais com interações densas entre utilizadores, produtores e intermediários; - Investimento financeiro: aderente, focado em fontes de financiamento local, capital "paciente", financiamento inicial de investidores <i>angel</i>; - Formação do mercado: aderente, para nichos de mercado únicos, 'modelos de negócio de projetos específicos, customizado às condições locais; - Legitimação: aderente, embutido e adaptado ao contexto institucional local; - Acoplamentos estruturais: <i>pipelines</i> de conhecimento bem estabelecidos há muito tempo, fusões e aquisições, mobilidade de especialistas em tecnologia; - Exemplos típicos: energia eólica, biogás, relojoaria de luxo, construção, serviços de educação, serviços pessoais (legais, financeiros, saúde, etc.); - Próximo dos casos retratados pela literatura sobre sistemas espaciais de inovação em que vários sistemas regionais estão fortemente integrados através da divisão do trabalho a longa distância.
SGI ancorados na produção	<ul style="list-style-type: none"> - Modo de inovação: predomina o modo <i>DUI</i>; - Validação da inovação: é estandardizada e internacionalizada; - Produção de conhecimento: aderente, em <i>clusters</i> regionais de produção com fornecedores de conhecimento especializados, em que se enfatiza o buzz local e os pipelines globais como elementos-chave nos processos de produção de conhecimento; - Investimento financeiro: muito aderente, com origem em investidores institucionais locais ou ligações familiares e dependente do valor da marca e da reputação; - Formação do mercado: muito aderente ao meio cultural regional, a partir do qual o significado simbólico é mobilizado para os mercados globais; - Legitimação: aderente observando-se a homogeneização do gosto dos utilizadores através de publicidade/marketing; - Acoplamentos estruturais: Empresas transnacionais, <i>joint ventures</i>, <i>marketing</i> global e organização das vendas, associações de indústrias, comunidades profissionais internacionais; - Exemplos típicos: automóvel, vestuário, mobiliário, banca privada, jogos de computador, filmes, turismo de massas; - Próximo dos casos retratados pela literatura sobre <i>clusters</i> e sistemas regionais de inovação.

Fonte: adaptado de Binz e Truffer (2017, p. 1290).

Segundo Binz e Truffer (2017), o sucesso dos sistemas globais de inovação não depende apenas dos processos de formação dos recursos em cada subsistema e em cada escala territorial individualmente, mas também da capacidade de alguns atores acoplarem essas atividades dispersas por vários subsistemas e por várias escalas geográficas de relacionamentos numa trajetória coerente que seja capaz de relacionar, mobilizar e recombinar os recursos necessários ao processo de desenvolvimento da inovação e da sua difusão.

De acordo com o modo de inovação (*STI* e *DUI*) dominante e dos componentes de valorização do processo de inovação (acesso ao mercado, investimento financeiro e legitimação da tecnologia), Binz e Truffer (2017) apontam uma tipologia de sistemas globais de inovação constituída por quatro configurações diferentes (Quadro 35).

3.7.3. O espaço relacional geograficamente distante na inovação dirigido à saúde humana

Nos processos de inovação dirigidos à saúde humana existem vários estudos de caso que documentam o estabelecimento de relações geograficamente distantes. Ao estudarem a indústria de biotecnologia e os processos de inovação baseados nas biociências (Powell, Koput, & Smith-Doerr, 1996; Powell, *et al.*, 2002; Owen-Smith & Powell, 2002; Gertler & Levitte, 2005; Cooke, 2004, 2005b, 2005a, 2006a, 2009) constatam que o acesso a novo conhecimento não resulta apenas das interações locais e regionais. Abarcam simultaneamente as redes regionais de inovação, mas também outras redes que não estão regionalmente delimitadas. Desta forma, enfatiza-se a importância das ligações extralocais para a criação de conhecimento e até para o reforço e crescimento dos *clusters* locais/regionais.

Em termos individuais, Zucker e Darby (1996) e Zucker, Darby e Brewer (1999) sublinham o papel dos *star scientists* e das suas redes de coautoria, muitas vezes territorialmente dispersas, para a origem das inovações enraizadas nas biociências (proximidade cognitiva e social). Devido ao carácter disruptivo e radical da maioria destas descobertas científicas e à complexidade das técnicas envolvidas, existe uma vincada dimensão tácita que aumenta o grau de “natural excludability” (Zucker & Darby, 1996, p. 12710). No campo das biociências, foi na banca do laboratório das universidades que este “stars intellectual human capital” (Zucker & Darby, 1996, p. 12715) desenvolveram as técnicas iniciais de recombinação do ADN e que deram origem à revolução da biotecnologia. Daí o valor

extraordinário deste capital humano intelectual no qual este conhecimento está incorporado. A sua transmissão requer uma aprendizagem prática presencial das técnicas envolvidas, por via de contactos cara-a-cara, o que implica grande proximidade cognitiva, associada, numa fase inicial, a grande proximidade geográfica. Assim, a aplicação à esfera empresarial e difusão deste novo conhecimento implica uma relação direta com estes cientistas. É em comunidades epistémicas que se origina e difunde inicialmente esta revolução das biociências. Nos momentos iniciais destas descobertas existe uma forte atividade criativa muito dependente da proximidade geográfica, à imagem dos processos descritos por Simon (2009), Cohendet, Grandadam e Simon (2010) e Cohendet, *et al.*, (2014) para a emergência das comunidades epistémicas. No entanto, a importância e reputação destes *star scientists* rapidamente desempenha um papel central no processo de globalização das biofarmacêuticas. Este processo de globalização é conduzido por redes de conhecimento, na sua maioria construídas pelos cientistas – com destaque para os *star scientists* que demonstram maior capacidade de geração de redes globais – e pelos centros de investigação onde se encontram filiados, ao interagirem através de copublicações. Constituem-se muitas vezes em redes de programas de investigação de excelência (Cooke, 2004), amplamente apoiados por fundos públicos de investigação (Cooke, 2004 e 2006). Cria-se assim uma “international collaborative bioscience core of ‘star’ scientists and leading research institutes” (Cooke, 2009, p. 338), gerando-se uma rede entre os territórios onde se concentram estes centros de investigação e estes cientistas. Cooke (2004, 2006 e 2009) demonstra que estas redes de copublicações e de projetos de investigação não são horizontais, mas são claramente hierárquicas. Isto é, no mundo existem uma vintena de concentrações geográficas de talentos nas biociências, respetivas investigações científicas e resultados sob a forma de copublicações nas principais revistas da especialidade. Desta forma, geram-se redes relacionais internacionais de inovação centradas e ancoradas em territórios específicos onde se localizam os centros de investigação de excelência e os respetivos investigadores com elevada.

As redes pessoais não se resumem às copublicações. Fontes (2005a) ao analisar o grupo português das novas empresas de biotecnologia explora a forma como as empresas que operam fora dos grandes *hubs* de biotecnologia obtêm os recursos e as competências necessárias. Identifica que a proximidade social e cognitiva, granjeada pela participação

em programas de investigação internacionais ou em estâncias internacionais para doutoramento com outros colegas investigadores ou com investigadores séniores desses locais de estância temporária (oportunidades temporárias de interação e aprendizagem cara-a-cara), são reativadas pelos empreendedores portugueses de biotecnologia para fazer face às dificuldades resultantes da posição periférica de Portugal nestas redes de biotecnologia. Conclui mesmo que as empresas de biotecnologia portuguesas são impelidas para um processo de internacionalização precoce, em resultado da sua distância aos principais *hubs* de conhecimento, para assim acederem a parceiros e para a transmissão do conhecimento. A capacidade para criarem e manterem relações geográficas distantes com atores e organizações localizados em regiões intensivas em conhecimento no campo da biotecnologia sustenta-se em estratégias que conjugam outras dimensões de proximidade. A proximidade cognitiva e social, proporcionada pelo facto de pertencerem a uma mesma comunidade epistémica envolvida na produção de novo conhecimento científico, desempenha um importante papel na criação de proximidade relacional, apesar da distância geográfica. No entanto, a proximidade geográfica, ainda que temporária, gerou a oportunidade de se criarem contactos cara-a-cara críticos, possibilitando a integração nessas comunidades epistémicas e a criação de proximidade social e cognitiva, que se revelam essenciais para estas estratégias de relacionamento geograficamente distantes.

Ao explorar a “tirania da distância” Gilding (2008, p. 1142) para caracterizar a situação distante do *cluster* de biotecnologia de Melbourne face aos grandes *hubs* neste setor, Gilding (2008) observa a tendência para que se gere uma rede de colaboração internacional mais forte do que a rede de colaboração interna (local e nacional), nomeadamente para aceder a especialistas capazes de converter a propriedade intelectual em produtos comerciais. No entanto, observa que essa tirania da distância não é apenas geográfica, mas também cultural e institucional, daí a tendência para uma maior colaboração com os EUA do que com os países asiáticos, geograficamente muito mais próximos.

Também as comunidades de prática desempenham um papel importante nas inovações do setor da saúde, nomeadamente nas inovações clínicas. Um dos exemplos de comunidade de prática no setor da saúde está relacionado com o desenvolvimento de competências dentro de uma equipa cirúrgica ou até entre diferentes equipas cirúrgicas. O

desenvolvimento destas competências especializadas e de prática implica envolver-se com outros especialistas que desenvolvem trabalho na mesma área cirúrgica, levando os cirurgiões a empreenderem longas viagens para operarem com colegas e assim refinarem a sua técnica, acumularem experiência e partilharem aprendizagens. Trata-se de uma estratégia de colocação temporária que possibilita a interação cara-a-cara e a incorporação do conhecimento e a sua canalização posterior para o local de origem. Esta estratégia de colocação temporária, além de facilitar a transmissão de competências, reforça a proximidade cognitiva e social entre os membros da comunidade territorialmente dispersa, facilitando posterior interações. Apesar dos avanços nas TICs permitirem o recurso a ferramentas como as teleconferências, o refinamento da técnica e a captação de todo o processo implica uma infusão na equipa, obrigando à colocação e à interação cara-a-cara quotidiana no contexto hospitalar da resolução dos casos clínicos (Wenger, Mcdermott, & Snyder, 2002).

Se o processo de criação de *pipelines* globais apoiados em mecanismos contratuais ou outras formas de formalização são muitos importantes para a interação geograficamente distante, e se os processos de interação cara-a-cara temporários também desempenham um papel importante nas comunidades de prática clínica, já os processos de *buzz* têm uma importância mais limitada. Moodysson (2008) constata que a aquisição e difusão de conhecimento por via do *buzz* é pouco significativo no processo de inovação nas ciências da vida. As comunidades desenvolvem este tipo de inovação recorrendo essencialmente a *pipelines*, cujas interações se fazem preferencialmente à escala global, mais do que à escala do *embeddenness* local. Esta análise está em sintonia com a teoria do conhecimento base, nomeadamente com os processos que sustentam a aprendizagem e inovação a partir do conhecimento analítico. Ainda assim, o *buzz* virtual pode servir como forma de difusão das mais rentes inovações ou mesmo como forma de recolha de informação e interação com associações ou grupos de pacientes e seus familiares (Grabher & Ibert, 2014). Este mecanismo de produção de conhecimento pode ser um veículo a adotar para envolver a quarta esfera de atores da hélice quadrupla no processo de inovação, isto é, para o envolvimento dos pacientes e das associações de utentes nos processos de inovação.

Em termos organizacionais, existem redes internacionais que relacionam os principais centros de investigação mundiais na área das biociências (Cooke, 2004, 2006 e 2009). No

entanto, o espaço relacional da inovação dirigido à saúde humana não abarca apenas a esfera organizacional das universidades. As grandes empresas farmacêuticas, para alimentarem constantemente os seus *pipelines* de descoberta de novos medicamentos, estão a fortalecer as relações globais com empresas dedicadas à biotecnologia, com laboratórios públicos (Cooke, 2005b) e até com determinados *clusters* territoriais, particularmente os megacentros de biociência,⁶⁸ que são os territórios mais centrais nas redes globais de produção deste conhecimento comercial, sendo que as grandes farmacêuticas raramente se localizam nesses megacentros, estabelecendo relações distantes com as organizações aí sediadas (Cooke, 2009).

Numa lógica de redes globais de produção, a rutura provocada pelo novo paradigma tecnológico das biociências conduziu a profundas alterações no modelo verticalmente integrado, até aí estável, das grandes farmacêuticas, impelindo-as para uma estratégia crescente de *open innovation*. Esta rutura veio gerar uma crescente complexidade e colocar novos desafios à gestão de todo o processo de inovação no sector das indústrias farmacêuticas. Emergiram um conjunto de fornecedores de serviços especializados e empresas de consultadoria, dirigidos para esta mesma indústria. Considerando a multiplicidade de disciplinas científicas e de competências necessárias ao processo de I&D; considerando a existência de fornecedores especializados em praticamente todas as competências necessárias ao processo; considerando que o *output* do desenvolvimento farmacêutico é essencialmente conhecimento (propriedade intelectual, patentes, pacotes de informação para submeter às entidades reguladoras, ...) as grandes farmacêuticas recorrem cada vez mais ao *outsourcing*, envolvendo um conjunto diverso de atores, com destaque particular para a transação de propriedade intelectual (Cavalla, 2003). Geram-se assim dinâmicas de relações de interação externas, mais ou menos extensas, entre grandes farmacêuticas, universidades e institutos de investigação, empresas dedicadas à biotecnologia e empresas do setor dos serviços, constituindo-se sob a forma de organizações em rede. São o que Cavalla (2003, p. 267) denomina de “*Extended Pharmaceutical Enterprise*”, uma organização dinâmica em rede que configura a nova forma organizacional encontrada pela indústria farmacêutica para enfrentar os desafios

⁶⁸ Na perspetiva de Cooke (2005) um ‘megacentro’ das biociências existe quando o tipo de atividade económica característica de um cluster de negócios transcende amplamente a racionalidade básica deste fenómeno. Mais à frente retomar-se-á este conceito para uma exploração mais aprofundada.

colocados pela revolução da biotecnologia. O âmbito dos relacionamentos nas *extended enterprise* (Cavalla, 2003, p. 267) envolvem três formas: contratos, colaborações e licenças. Estas três formas são usadas quer pelas grandes farmacêuticas quer pelas empresas dedicadas à biotecnologia e o fornecimento de serviços apoia-se cada vez mais em licenças de tecnologias para além das relações contratuais (Cavalla, 2003). No fundo, uma certa proximidade organizacional, proporcionada pela pertença a uma mesma cadeia de valor, possibilita o estabelecimento de relações geograficamente distantes, após uma forte codificação do conhecimento que possibilita a sua transmissão à distância, e após a sua redução a formatos que possibilitem a transação e apropriação económica do mesmo. Esta desintegração das grandes indústrias farmacêuticas vai produzir alterações no papel desempenhado por estas empresas. Perdem um certo grau de controlo do processo de *exploration* do conhecimento, mas desempenham o papel de aportar capital de risco, assim como de controlar as fases de aplicação, *marketing* e distribuição final dos tratamentos ou dispositivos à escala global, mantendo assim o poder sobre as empresas dedicadas à biotecnologia geograficamente distribuídas (Cooke, 2004d).

Em geral, as redes de inovação, mais do que uma forma de organização transitória, surgem como uma forma estrutural de organização da inovação no setor da saúde, sustentando a interação entre as universidades e institutos de investigação, as indústrias dedicadas à biotecnologia, as grandes farmacêuticas e os serviços de apoio especializado e outros intervenientes no processo de inovação. Esta configuração parece apropriada para gerar conhecimento, assim como para fomentar a necessária interação que conduz à aprendizagem (Quéré, 2003). No entanto, segundo Cockburn (2004), o impacto desta desintegração vertical e das novas configurações emergentes no processo de I&D no setor da saúde em geral e, particularmente, na indústria farmacêutica ainda não está totalmente clarificado.

Conclui-se, pelo exposto, que o recurso à conjugação de outras dimensões de proximidade possibilitam a expansão do espaço relacional de inovação das biociências dirigidas à saúde humana às escalas geograficamente distantes. No entanto, como temos vindo a explorar até ao momento, os processos de inovação dirigidos à saúde humana baseados nas biociências estão, em geral, profundamente regionalizados no que toca à investigação e à exploração inicial, embora com ligações internacionais entre as organizações localizadas nestes *clusters* regionais, e, simultaneamente, altamente globalizado, no que concerne ao

desenvolvimento e posterior comercialização e distribuição (Cooke, 2004c). Por outro lado, a forte dependência do financiamento público reserva também um papel importante às políticas públicas de financiamento e estruturação do sistema científico nacional e de apoio ao I&D, desenvolvidas à escala nacional. Assim, a adoção de um sistema multiescalar de análise é a melhor opção para explorar o espaço relacional da inovação dirigida à saúde humana.

Parte II

O Espaço Relacional das Redes de I&D+I Dirigidas à Saúde Humana com Amarração em Portugal.

4. Quadro Metodológico

A escolha da escala de análise é uma questão central nos estudos geográficos (Asheim, 2020; Binz, Coenen, Murphy, & Truffer, 2020). A opção metodológica de centrar este trabalho na análise do espaço relacional não pretende minorar a importância do enfoque proporcionado pelas múltiplas escalas geográficas. Pretende antes sublinhar a fluidez interescalar dos processos de inovação e, simultaneamente, destacar que, tal como os fenómenos sociais e económicos não estão totalmente confinados às fronteiras de uma determinada escala de análise, a lente geográfica (Bathelt & Glückler, 2003) a utilizar deve permitir explorar as múltiplas escalas geográficas envolvidas no espaço relacional dos processos de inovação. Parte-se duma construção teórica que assume a natureza multiescalar do processo de produção de conhecimento e inovação, dado que este raramente se produz graças às relações exclusivamente internas às fronteiras de um lugar específico (Amin, 2004; Bathelt & Cohendet, 2014; Binz & Truffer, 2020). Pelo contrário, como se evidenciou até ao momento ao longo da primeira parte deste trabalho, a regra é antes a de que os fluxos de conhecimento vão atravessando diferentes escalas geográficas intercambiando conhecimento através de ligações ancoradas nos contextos específicos dos lugares, construindo-se relações translocais, transregionais, transnacionais e globais. No entanto, assume-se que o contexto específico das relações sociais, institucionais e económicas não é indiferente às questões da escala. Isto é, os contextos do processo de inovação – entendidos como as relações cognitivas, económicas, sociais e institucionais – e os processos que possibilitam essas relações, são variáveis em função destas se estabelecerem à escala local, regional, nacional ou internacional, tal como se procurou esclarecer ao longo da primeira parte deste trabalho. Logo o território e a proximidade territorial não é um elemento indiferente para a análise do espaço relacional da inovação, mas admite outras dimensões de proximidade – cognitiva, organizacional, social e institucional – para explicar o espaço relacional, isto é, o comportamentamento territorial das ligações no processos de produção de conhecimento e inovação. À partida não se confina a análise a uma fronteira rígida, contida numa escala de análise e assume-se, em termos teóricos, que a proximidade territorial assume um papel tão importante quanto a possibilidade de se estabelecerem relações com outras escalas geográficas. A única condição decorre da seleção da informação, tendo em conta o objetivo deste trabalho: o

critério de escolha dos projetos dirigidos à saúde humana que serão analisados devem envolver, pelo menos, uma organização localizada em Portugal, dado ser este país o foco da análise. A partir daqui, será a contingência específica dos processos colaborativos em análise que determinará quais as escalas geográficas envolvidas. Por outro lado, procura-se responder ao desafio de que “we need an alternative perspective on proximity – i.e. relational proximity – to better capture processes of knowledge creation in transnational contexts (Bathelt & Cohendet, 2014, p. 879).

Neste sentido, em termos metodológicos, porque se pretende explorar a proximidade relacional e, conseqüentemente, as múltiplas escalas geográficas envolvidas nessas relações, privilegiou-se o recurso à ferramenta metodológica da análise de redes sociais.

4.1. Metodologia de Análise de redes sociais

A análise de redes sociais é a metodologia apropriada ao tratamento de dados relacionais, uma vez que se dirige à exploração das relações entre os agentes (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Scott, 2013). Isto é, sem as relações entre os diferentes agentes não existe rede: “a network is a collection of things and their relationships to one another” (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011, p. 31). Daqui resulta que os objetos são interpretados como um conjunto de peças interconectadas. Quando se restringe este conceito à esfera social, referimo-nos especificamente a redes sociais. As redes sociais emergem da combinação de cada um dos conjuntos de relações, gerando-se uma estrutura de conexões entre pessoas, grupos ou coisas (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Scott, 2013).

O recurso à metodologia de análise de redes sociais depende da disponibilidade de dados relacionais e não apenas de atributos. Os dados relacionais referem-se a contactos ou ligações entre grupos, atores ou coisas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às propriedades individuais dos atores isoladamente. Isto é, não se limita aos atributos individuais dos agentes – atitudes, opiniões ou comportamentos (Scott, 2013). Por isso é que a análise dos dados relacionais permitem capturar a complexidade das interdependências produzidas pela conectividade e pelos relacionamentos sociais (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Scott, 2013).

O facto de se tratar de uma metodologia apropriada ao tratamento de dados relacionais, não exclui a possibilidade de ser complementada ou complementar outras metodologias mais

apropriadas para o tratamento de dados ideacionais⁶⁹ (cuja exploração recorre normalmente à análise de conteúdos ou a análises tipológicas), ou ainda a dados relativos aos atributos⁷⁰ (cuja exploração recorre normalmente à análise de variáveis), ou ainda a dados locativos (cuja exploração recorre normalmente a análise com base em métodos cartográficos a partir de sistemas de informação geográfica). Também na recolha de dados, nada impede que estes diferentes tipos de dados sejam recolhidos simultaneamente numa mesma investigação (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Scott, 2013).

A análise de redes sociais recorre a diferentes ferramentas analítica, particularmente aquelas relacionadas com a teoria dos grafos (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Sousa, 2012; Scott, 2013). Existem vários *softwares* informáticos de apoio à construção da rede e do respetivo cálculo de vários indicadores estatísticos (UCINET, PAJEK, apenas para indicar dois dos mais utilizados⁷¹). O programa informático que será utilizado neste trabalho é o *NodeXL*. A escolha deste programa deveu-se ao facto de se tratar de um programa que não exige conhecimentos de programação informática, tornando-se amigável para quem domina esta linguagem apenas na ótica do utilizador⁷². O resultado deste tipo de tratamento de dados permite visualizar um grafo ou sociograma⁷³, isto é, conjuntos simples ou mais complexo de relações entre símbolos. Permite ainda calcular medidas de tamanho, forma e densidade da rede como um todo, assim como um conjunto de métricas que permitem caracterizar a posição que cada um dos atores ocupa dentro da rede, em resultado das ligações que este estabelece com os restantes atores dessa rede (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011). A aplicação de diferentes métricas possibilita a exploração de quatro propriedades fundamentais da análise de redes sociais: a morfologia, os atores, as ligações e a estrutura (Sousa, 2012).

⁶⁹ Dados que descrevem os significados, os motivos, as definições e as tipificações envolvidas nas ações (Scott, 2013).

⁷⁰ Dados relativos às atitudes, opiniões e comportamentos dos agentes encarados como as propriedades, qualidades ou características que pertencem a determinados indivíduos ou a grupos, recolhidos em entrevistas ou inquéritos (Scott, 2013).

⁷¹ Scott (2013) explica o uso destes programas, as vantagens e inconvenientes, à medida que vai detalhando os diferentes métodos e métricas de análise de redes sociais.

⁷² Os autores do programa mantêm uma página tutorial *online* (<http://nodexl.codeplex.com/discussions>) numa lógica interativa de *learning by using, doing and interacting* que facilita a interação com os vários utilizadores do programa para uma melhor rentabilização desta ferramenta. Até 2015 este foi um programa de utilização gratuita.

⁷³ Por vezes também é denominado de mapa, conceito que aqui não se adota para não gerar ruído com a cartografia tão próprias da geografia.

Atendendo ao facto de que o principal foco deste trabalho é a análise multidimensional do espaço relacional, a metodologia de análise de redes sociais é, para além de apropriada, a principal metodologia de análise a que se recorre.

Nos últimos anos, os trabalhos sobre inovação económica em geral, e sobre geografia da inovação económica em particular, têm redescoberto esta metodologia de análise, sendo vários os trabalhos que procuram tirar partido desta ferramenta para a exploração dos casos de estudo sobre a atividade económica, inovação e desenvolvimento regional, sendo valorizada como uma ferramenta que permite a compreensão destes processos (Ter Wal & Boschma, 2009; Van Der Valk & Gijsbers, 2010; Fritsch & Kauffeld-Monz, 2010; Liu, Chaminade, & Asheim, 2013; Glückler & Doreian, 2016; Cammarano, *et al.*, 2017; Turkina & Van Assche, 2018; Alberti, Belfanti, & Giusti, 2021).

Dado que a exploração do caso de estudo recorre, fundamentalmente, à estratégia metodológica de análise de redes sociais, é apropriado uma exploração mais detalhada desta metodologia.

Considerando as especificidades da metodologia de análise das redes sociais, a recolha de dados requer uma atenção particular quanto ao objeto de análise, dimensão da amostra, tipo de dados, estratégia de recolha, e período temporal abrangido pela recolha. Desde o primeiro momento, é importante definir claramente o nível de análise – individual ou organizacional – em função dos objetivos do estudo, pois tal opção tem fortes implicações metodológicas, nomeadamente na definição da população, nas estratégias de recolha de informação e na reconstrução e análise das redes (Sousa, 2012). No presente trabalho, o nível de análise é o organizacional.

Uma vez definido o nível de análise, convém ter em conta que uma rede social é gerada a partir da recolha de dados sobre as conexões entre um grupo de pessoas e/ou de coisas (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011). São dados relacionais que dizem respeito a casos e às suas respetivas filiações ou conexões (Scott, 2013), pelo que a recolha deve incidir sobre estes dois aspetos, para além de poder, simultaneamente, recolher dados com outro perfil como seja do tipo ideacional ou atributos, como já foi referido anteriormente. Assim, à partida, são admitidos todo o tipo de fontes diretas ou indiretas que permitam identificar o caso, identificar os agentes e associar as respetivas relações ou conexões entre os diferentes agentes. Cumpridos estes requisitos, a seleção das fontes é realizada em função do caso de estudo, do nível de análise pretendido e do substrato teórico que suporta a investigação.

As fontes indiretas (ex. jornais, relatórios anuais das empresas, relatórios políticos, publicações de patentes, ou mesmo o próprio *Facebook* ou *Twitter*) são passíveis de serem tratadas segundo a análise de redes sociais desde que contenham a informação que permita estabelecer relações entre os diferentes agentes. Assim, as únicas limitações ao recurso a fontes indiretas são as impostas pelos objetivos do estudo de caso, pelos pressupostos teóricos que sustentam a investigação e pela necessidade metodológica de essas fontes permitirem extrair dados relacionais (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Scott, 2013).

As fontes diretas já requerem outro cuidado no momento da preparação dos instrumentos da recolha de dados, em função do tipo de estratégia adotada.

A metodologia de observação participante e de entrevistas (formais ou informais) permitem um maior controlo sobre a natureza e a forma dos dados recolhidos, possibilitando questionar diretamente sobre as suas filiações e conexões. É uma metodologia mais adequada à construção de redes egocêntricas em que os dados são relativos a um indivíduo ou a uma organização específica. A principal limitação decorre da memória e da confiança da pessoa entrevistada (Scott, 2013).

Os inquéritos são a técnica mais usada para a recolha direta de dados dirigidos ao tratamento metodológico da análise de redes sociais. Nos casos das redes egocêntricas, esta é uma estratégia útil porque permite a recolha global dos dados da população alvo de estudo.

No entanto, nos casos em que a população não se centra num ator, mas abarca uma população muito ampla, torna-se difícil a recolha da totalidade dos atores abrangidos, e a escolha de uma amostra não é aconselhável quando se pretende obter a totalidade da estrutura da rede social. A análise da totalidade da estrutura da rede obriga à recolha de informação da totalidade dos agentes dessa rede (Scott, 2013). Uma das técnicas usadas nos inquéritos, inclusivamente nos estudos de geografia económica, para abarcar o universo total dos agentes da rede é o recurso à técnica *roster-recall* (Ter Wal & Boschma, 2009). No caso de se pretender obter uma visão dinâmica, esta apenas poderá advir de uma recolha longitudinal de dados através de observações efetuadas em diferentes momentos ao longo do tempo. Não é aconselhável pedir aos atores para responderem sobre relações remotas no passado. Desta forma, a recolha de dados através de fontes diretas não é a metodologia mais aconselhável para analisar a dinâmica evolutiva da mudança ao longo do tempo na estrutura de uma rede (Ter Wal & Boschma, 2009). Esta é

precisamente uma das razões porque se optou por recorrer a fontes indiretas, uma vez que se pretende realizar uma análise evolutiva.

As redes são compostas por nós⁷⁴ e por ligações⁷⁵ que envolvem uma relação ou troca de um determinado conteúdo (informação, conhecimento, materiais, dinheiro, pessoas, apoio, prestígio, reputação, amizade, parentesco, proximidade, colaborações...) entre esses atores. No essencial, estabelecem-se ligações entre dois nós sempre que exista uma forma de conexão, relacionamento ou estatuto partilhado entre duas ou mais entidades representadas pelos nós. Em conjunto (nós e ligações) formam um sociograma ou um grafo: um conjunto de linhas que unem pontos (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Sousa, 2012; Scott, 2013). O Quadro 36 faz a síntese dos componentes principais duma rede.

Quadro 36: Componentes principais duma rede.

Nós	Pontos que representam cada um dos sujeitos da análise (indivíduos, grupos, equipas, organizações, instituições, palavras-chave, eventos, lugares, regiões, países, ...). Podem ser complementados com atributos do nó (ex. idade, género, localização, atividade, organização, localização, ...), caso seja útil para descrever as suas características individuais e para fortalecer a análise, em função dos objetivos da investigação.			
Ligações	Binárias	Linhas que representam simplesmente a existência de uma relação.		
	Com peso	Linhas que representam a existência de uma relação associada a valores que indicam a frequência ou força da ligação.		
	Direcionais	Linhas que representam uma origem e um destino claro do fluxo.	Bidirecionais	Representam uma relação recíproca (com uma flecha em cada extremidade).
			Unidirecionais	Representam uma relação num sentido (através duma flecha na extremidade da ligação), possibilitando a análise da estrutura do grupo a partir de cada um dos seus membros em simultâneo.
	Simétricas (não direcionais)	Linhas que assinalam a simples existência de uma relação, representando relações idênticas e perfeitamente recíprocas, como a pertença a uma determinada comunidade ou grupo (ex. um par matrimonial, os membros duma mesma organização).		
	Diretas	Linhas que representam relações diretas entre os atores.		
	Indiretas	Linhas que representam relações mediadas por outros nós.		

Fonte: Elaboração própria a partir de Hansen, Shneiderman e Smith (2011), Sousa (2012) e Scott (2013).

Existem diferentes tipos de redes, com implicações nas métricas e grafos que se podem produzir e na respetiva análise e interpretação. O Quadro 37 faz uma síntese dos principais tipos de redes e das respetivas propriedades analíticas e limitações.

⁷⁴ Também surgem as denominações de atores, vértices, agentes ou entidades.

⁷⁵ Na literatura em inglês surgem frequentemente os termos *edges, ties, links, relations, connections, relationships*.

Quadro 37: Tipos de redes.

Tipo de rede	Caraterísticas	Aplicação
Egocêntrica	Foca a análise no <i>ego</i> e nas relações deste com o <i>alter</i> (pessoas, organizações, coisas, etc.).	Apropriada para a análise numa rede social a partir de um determinado membro individual. Pode incluir apenas as ligações com um <i>ego</i> (rede de 1-ligação do <i>ego</i>) ou expandir-se aos subgrafos associados, para além das relações diretas com o <i>ego</i> , acrescentando ligações a partir desse <i>ego</i> : rede 1,5-ligações do <i>ego</i> verifica se os <i>alter</i> se relacionam uns com os outros; rede 2-ligações do <i>ego</i> inclui os <i>alter</i> dos <i>alter</i> do <i>ego</i> , que podem não estar diretamente conectados com o <i>ego</i> , e assim sucessivamente. Não se deve passar o limite de uma rede de 3-ligações do <i>ego</i> por se considerar as 3-ligações o limite das relações de vizinhança local.
Completa	Engloba todos os indivíduos ou entidades e a totalidade das relações entre eles, tratando todos os <i>egos</i> de forma igual	Apropriada para a análise da totalidade das relações, mas nem sempre é possível ou exequível reunir e analisar a informação da totalidade dos agentes pertencentes a uma rede.
Parcial	Também conhecida como <i>topic centric</i> , corresponde a uma rede construída a partir da seleção de uma amostra de uma rede completa.	Apropriada ao tratamento de uma amostra. Requer uma atenção particular aos critérios de seleção da amostra (ex. período temporal, características individuais, características de relacionamento, determinado território).
Unimodal	Relaciona o mesmo tipo de entidade.	Apropriada a análises que incluem apenas um tipo de vértice (ex. utilizadores com utilizadores, documentos com documentos, organizações com organizações, etc.).
Multimodal	Inclui diferentes tipos de vértices, representando diferentes entidades, diferenciados por uma trama, cor e/ou forma.	Apropriada para permitir a visualização simultânea das relações com diferentes tipos de entidades (ex. território, pessoas, áreas científicas, instituições, organizações). Pode ser necessário transformá-la numa rede unimodal dado que a maioria das métricas de rede estão concebidas para tal.
Bimodal	Também identificada como redes de afiliação, é uma forma de rede multimodal mas que inclui exclusivamente dois tipos de vértices.	Apropriada para associar o agente a uma filiação, tema, situação, setor, evento, etc. Esta rede pode ser transformada em duas redes unimodais separadas (ex. uma composta pelas relações agente-agente e outra pelas relações filiação-filiação).
Multiplex	É uma rede com múltiplos tipos de ligações	Apropriada para representar diferentes tipos de relações existentes entre os diferentes agentes numa mesma rede.

Fonte: Elaboração própria a partir de Hansen, Shneiderman e Smith (2011), Sousa (2012) e Scott (2013).

Existe um número considerável de diferentes métricas das redes sociais, resultado do interesse de diferentes áreas disciplinares pela análise de redes – física, matemática, informática, ciências sociais (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011). Scott (2013) faz uma análise explicativa extensa e detalhada da maioria das medidas usadas na análise de redes sociais. Aqui apenas se procurará apresentar, de forma sintética, as medidas mais utilizadas, entre as quais estão aquelas que se utilizarão neste trabalho, na análise do estudo de caso.

Procurando organizar as métricas, seguir-se-á a estrutura proposta por Sousa (2012), que agrupa as medidas em torno das quatro propriedades dos estudos de análise de redes sociais: morfologia, atores, ligações e estrutura. A este contributo somamos os trabalhos de Hansen, Shneiderman e Smith (2011) e Scott (2013) para construir a síntese explicativa das métricas fundamentais da análise de redes sociais.

A exploração analítica das redes sociais começa, normalmente, por uma exploração geral das suas características morfológicas. O Quadro 38 faz uma síntese das principais métricas e das respetivas propriedades analíticas.

Quadro 38: Síntese das métricas de análise morfológica das redes sociais.

	Métricas	Análise	
Análise morfológica	Tipo de rede	Classificação de acordo com o Quadro 37.	Condiciona o tipo de métricas que se podem aplicar e a sua seleção deve estar ajustada aos objetivos da investigação, condicionando os resultados finais que se podem obter.
	Tamanho da rede	Nº total de vértices (ligados e isolados)	O tamanho da rede pode ter impacto em algumas das medidas estruturais da rede como a conectividade e a densidade, uma vez que a probabilidade de dois nós estarem conectados numa rede com elevado número de nós é menor do que numa rede com um número reduzido.
		Nº total de ligações	
		Nº de ligações únicas	
		Vértice com maior nº de ligações	
		Média e mediana de ligações da rede	
	Componentes	Nº de componentes conectados	Identifica <i>clusters</i> de vértices conectados, mas separados dos restantes vértices. Algumas métricas só se aplicam quando a totalidade dos vértices estão conectados num único componente. Outras podem-se aplicar à totalidade da rede, mesmo se dividida em componentes.
		Componente mais largo	
		Nº de ligações do maior componente	
	Diâmetro	Distância geodésica	Dois nós podem conectar-se indiretamente, por uma sequência de ligações, denominados de <i>saltos</i> (em inglês surge também como <i>walk, steps</i>), originando um trajeto ou caminho. Nos casos de grafos direcionais o caminho é traçado pela sequência de setas que apontem todas no mesmo sentido. O comprimento de um trajeto é medido pelo número de ligações que o constituem. A distância geodésica é o comprimento do caminho mais curto que une dois pontos. Permite construir indicadores para medir a centralidade para além das relações de vizinhança (centralidade global).
Distância geodésica máxima		É a distância entre os dois vértices mais afastados. Quando a ligação entre dois nós é inexistente, essa distância é considerada infinita.	
Distância geodésica média		É a média de todas as distâncias geodésicas da rede, permitindo avaliar a proximidade entre a totalidade dos vértices. Os valores elevados representam maior distância e, consequentemente, menor número de relações diretas. Os valores mais baixos representam maior proximidade e elevado número de ligações diretas.	

Fonte: Elaboração própria a partir de Hansen, Shneiderman e Smith (2011), Sousa (2012) e Scott (2013).

As propriedades dos atores são expressas pela composição, isto é, o tipo de atores, e pela sua centralidade, isto é, o posicionamento individual do ator relativamente aos restantes, sendo que uma maior centralidade corresponde normalmente a uma vantagem. No entanto, em termos teóricos, não é apenas quem está localizado numa posição mais central que desempenha um papel importante na rede. Um nó com menos ligações na rede pode ter ligações mais importante do que outro com muitas ligações. Pode ainda desempenhar um papel de ponte com outros nós, que de outra forma não estariam ligados. Outros ainda, apesar de terem poucas ligações, podem estar ligados precisamente a nós que, por sua vez, estão muito bem ligados. Assim, são várias as métricas utilizadas (Hansen, Shneiderman, & Smith, 2011; Sousa, 2012; Scott, 2013). O Quadro 39 faz uma síntese das principais métricas de caracterização dos atores e respetivas propriedades analíticas.

Quadro 39: Análise dos atores das redes sociais

	Métricas	Análise				
Composição	Heterogeneidade	Grau de interação de um determinado <i>ego</i> com <i>alters</i> diferentes. Deve atender à dimensão da rede.				
	Homogeneidade	Grau de interação de um determinado <i>ego</i> com <i>alters</i> semelhantes. Deve atender à dimensão da rede.				
	Relações de homofilia	Corresponde ao elevado número de ligações de um ator com atores semelhantes a ele. É a manifestação da tendência para que os agentes se relacionem com outros semelhantes a eles, (ex. semelhança na idade, nível de educação, profissão, religião, ...)				
	Qualidade da composição	Corresponde ao número de <i>alters</i> com um nível superior de características com que o <i>ego</i> se relaciona, atendendo às características específicas em análise.				
Análise dos atores	Local – nº de ligações diretas com os outros nós (nós adjacentes). Permite avaliar a proeminência atendendo ao total de relações de vizinhança.	Grau de centralidade (<i>degree</i>) - contagem do número de ligações únicas a diferentes vértices.	<i>In-degree</i>	É o número de ligações únicas que apontam para dentro desse vértice.	Funcionam como indicador de popularidade.	
			<i>Out-degree</i>	É o número de ligações únicas que se originam nesse vértice e apontam para fora no sentido de outros vértices.		
		Centralidade local relativa	É expressa pela relação do número de ligações adjacentes com o número total de ligações adjacentes possíveis. Dado que as medidas de centralidade local apenas permitem comparações entre membros do mesmo grafo ou entre grafos com o mesmo tamanho esta é uma possibilidade para ultrapassar esta limitação. No entanto continua a depender do tamanho do grafo e o tipo de relações em análise devem ser similares.			
	Centralidade	Global - posição estratégica face à totalidade da estrutura da rede (ligações diretas e indiretas). Permite avaliar a proeminência face à totalidade da rede e diferenciar situações de idêntica centralidade local.	<i>Closeness Centrality</i> – distância média mais curta entre um determinado vértice e todos os restantes vértices da rede (distância geodésica desse nó na rede).	<i>In-closeness</i>	Caminho constituído por linhas apontando todas para dentro desse vértice	Parte-se do princípio de que um vértice só pode efetuar trocas (informação, conhecimento, etc.) com quem tem conexão. O valor mais baixo é 1, indicando que o vértice está diretamente conectado com todos os outros vértices da rede.
				<i>Out-closeness</i>	Caminho constituído por linhas apontando todas para fora desse vértice	Quanto mais baixo é o valor de um vértice, maior a sua centralidade global, pois está localizado a uma curta distância dos restantes vértices da rede, e maior é a sua capacidade para efetuar trocas dentro da rede.
			<i>Betweenness centralities</i>	É uma medida que identifica a frequência com que um vértice surge no percurso mais curto entre dois outros vértices. Isto é interpretado como um índice de ponte, ao medir se a remoção de um vértice rompe as conexões com outros vértices da rede, criando um buraco estrutural ⁷⁶ , o que permite identificar os atores que desempenham o papel de <i>boundary spanners</i> . Permite identificar também quem desempenha o papel de intermediários para caracterizar o desempenho dos papéis de <i>broker</i> e <i>gatekeeper</i> . Permite avaliar a dependência local em relação a um determinado ator e o papel de controlo sobre os restantes agentes, caso o caminho que conecta os outros agentes esteja dependente daquele ator.		
	<i>Eigenvector centrality</i>	Pondera o grau do vértice em análise e o grau dos vértices com quem este está conectado. Assim, um vértice com poucas conexões pode ter um valor elevado de <i>eigenvector centrality</i> se esses vértices com quem se liga estiverem muito bem conectados. Permite diferenciar os vértices com quem se liga, sendo que uns podem representar mais benefícios do que outros. Permite medir a influência de um determinado vértice.				

Fonte: Elaboração própria a partir de Hansen, Shneiderman e Smith (2011), Sousa (2012) e Scott (2013).

A análise das ligações procura explorar as características das relações que se estabelecem entre os atores de uma determinada rede, em função dos critérios identificados no

⁷⁶ Um buraco estrutural corresponde à falta de uma ponte entre dois ou mais grupos, e esse buraco pode ser preenchido por um determinado vértice. Os vértices que preenchem estes buracos estruturais, têm uma relevância particular na rede e merecem atenção aquando da análise. Um ator com um *degree* baixo pode desempenhar um importante papel como intermediário, ao preencher um buraco estrutural. Funciona como ponte.

Quadro 40. A estruturação dos componentes das redes pode contemplar a criação de ligações com pesos que facilitem a avaliação do conteúdo, da diversidade, da frequência, da duração ou da intensidade. A força ou influência pode ser medida a partir das métricas de *Eigenvector centrality* e a frequência a partir das métricas de *betweenness centralities*, conforme se explicou anteriormente.

Quadro 40: Análise das ligações das redes sociais

Análise das ligações	Conteúdo	Corresponde ao tipo de conteúdo que flui na ligação entre dois vértices.
	Diversidade	Corresponde à variedade de conteúdo que flui entre dois vértices.
	Frequência	Corresponde ao nível de interações entre dois vértices.
	Duração	Corresponde ao tempo despendido na ligação entre dois vértices.
	Força	Corresponde à influência de um vértice sobre o outro.
	Formalidade	Corresponde ao grau de formalidade da ligação entre dois vértices.
	Intensidade	Corresponde a um leque de possibilidade de análise a partir da intensidade, do tempo, intimidade, emoção. Também se pode avaliar pela quantidade dos recursos trocados e pela frequência dos contactos. Nas redes direcionais pode-se medir também a reciprocidade, correspondendo ao número de vértices adjacentes que estão conectados com as ligações em ambos os sentidos.

Fonte: Elaboração própria a partir de Hansen, Shneiderman e Smith (2011), Sousa (2012) e Scott (2013).

Um dos aspetos a ter em atenção na análise das ligações corresponde à ideia da força das ligações fracas sustentada por Granovetter (1973), que explora e enfatiza o papel das ligações fracas na difusão de informação, influência, mobilidade, oportunidades e na organização das comunidades. Nos estudos sobre difusão, as pontes, isto é, as ligações que, numa determinada rede, proporcionam o único caminho existente entre dois pontos, desempenham um papel importante. As pontes são significativas dado que são a única alternativa de ligação entre dois subgrupos. Assim, a remoção destas ligações fracas que funcionam como pontes provocam danos maiores nas possibilidades de difusão do que a remoção de ligações fortes.

As medidas de análise da estrutura da rede social permitem uma análise da totalidade do grafo, assim como uma divisão deste em subgrafos para uma análise das subestruturas contidas no grafo. Podem-se agrupar em medidas de conexão, densidade, centralização coesão e, ainda, em medidas de subgrupos. Os Quadros 41 e 42 apresentam uma síntese das principais métricas e das respetivas propriedades analíticas.

Quadro 41: Análise da estrutura das redes sociais: conexão, densidade, centralização e coesão.

	Métricas	Análise	
Análise da estrutura	Conexão ou inclusividade	Diferença entre os nós conectados e os isolados de um grafo.	Avalia o grau de conectividade entre os vários nós da rede.
	Densidade	Rácio entre o número total de ligações existentes e o número de ligações possíveis de existir nessa mesma rede. O valor varia entre 0 e 1, sendo que 1 corresponde a uma rede em que todos os nós são adjacentes. Numa rede direcional o número máximo de ligações presentes num grafo direcional é igual ao número total de pares de nós que ele contém. Numa rede egocêntrica não são consideradas as ligações diretas ao <i>ego</i> , mas apenas as ligações existentes entre os diferentes <i>alters</i> . Numa rede sociocêntrica a densidade corresponde à totalidade da rede.	Ao avaliar o nível geral de interconetividade dos nós de uma rede, permite analisar a sua coesão. Contribui para a identificação de subgrupos e da sua coesão. A densidade depende do tamanho do grafo, o que impede a comparação da densidade entre grafos de tamanho diferente. Esta limitação pode ser minorada através do cálculo da densidade absoluta. Ainda assim, a medida da densidade, conjugada com outras, como a inclusividade e o tamanho da rede, pode desempenhar um papel importante nos estudos comparativos de redes sociais.
	Centralização	Número de ligações que emanam dos nós.	Avaliar até que ponto uma rede está centrada e se organiza em torno de um ou de um pequeno conjunto de nós importantes. Isto é, se a coesão da rede se estrutura em torno de um ponto central. As redes centralizadas exibem uma elevada quantidade de ligações que emanam de um conjunto muito reduzido de nós importantes. As redes descentralizadas têm uma variação muito pequena do número de ligações de cada nó. Contribui para a identificação de subgrupos e da sua coesão.
	Coesão	Número de subgrafos em que se pode dividir a rede.	Avaliar até que ponto a rede está dividida em subgrafos assim como as ligações existentes entre eles. A análise da densidade, conjuntamente com a da centralização são um ponto de partida para a análise da coesão.

Fonte: Elaboração própria a partir de Hansen, Shneiderman e Smith (2011), Sousa (2012) e Scott (2013).

Quadro 42: Análise da estrutura das redes sociais: subgrupos

Análise Da Estrutura	Subgrafos / subgrupos	Componentes		São conjuntos de pontos ligados uns aos outros por cadeias contínuas de ligações, podendo-se traçar os caminhos que conectam os nós até se atingirem as fronteiras do componente, possibilitando que todos os membros do componente comuniquem com todos, diretamente ou através de cadeias de intermediários (não inclui os nós isolados). Um grafo conectado é composto apenas por um componente, podendo ser considerada uma rede social densa. Outros grafos pode ser compostos por mais que um componente. A análise estrutural passa pela identificação do número de componentes da rede e do seu tamanho respetivo. Os componentes podem ser identificados nas redes direcionais e não direcionais. Nas direcionais é possível identificar componentes fortes – quando todos os caminhos estão alinhados numa mesma e contínua direção, representando um conjunto de agentes entre os quais um recurso pode fluir fácil e livremente – e componentes fracos – considera a ligação independentemente da sua direção, assumindo que a simples ligação permite sempre alguma forma de comunicação. No caso das redes não direcionais apenas podem ser identificados componentes simples, uma vez que a ausência de direccionalidade de relações permite assumir que todos os caminhos estabelecem uma relação aceitável	Bloco	Subgrafo dentro de um componente que não têm um ponto de corte. Estes blocos podem ser interpretados como o sistema mais eficaz de comunicação ou de trocas dentro de uma determinada rede, sendo que ao não terem pontos de corte os membros da rede não estão dependentes do papel privilegiado de nenhum dos seus membros, podendo considerar-se que os membros do bloco configuram uma rede não estratificada e flexível.
					Ciclo	É um caminho que regressa ao seu ponto de origem. O caminho desse ciclo pode ter uma extensão variável, descrito pela sua extensão (3-ciclos, 4-ciclos, etc.), consoante se pretenda estabelecer a extensão máxima de análise em função dos objetivos de investigação. Os ciclos demasiado extensos dificultam a atribuição de um significado, devendo-se limitar a análise a uma extensão dos ciclos a 3 ou 4. Uma cadeia de ciclos que se cruzam, cujos cruzamentos são linhas ou pontos comuns aos ciclos que se sobrepõem, origina um componente cíclico. Esta análise dos ciclos nos grafos direcionais permite avaliar a existência de componentes cíclicos fortes, devendo ter-se em consideração a direccionalidade das relações cujas ligações apontam de forma consistente no sentido cíclico, ou ainda semicíclico, no caso dos nós que não pertencem ao ciclo direto, mas são conectados por dois ou mais caminhos diretos possibilitando igualmente uma forte relação entre os seus membros.
		Cliques		Um clique é um subconjunto de nós em que todos os pares possíveis de nós estão diretamente conectados e o clique não está contido em mais nenhum clique. No fundo o que distingue um clique de um componente é o facto de no clique todos os nós serem adjacentes, ao passo que num componente os nós têm apenas de estar ligados uns aos outros por um caminho. Assim, o clique corresponde ao máximo subconjunto de nós em que cada nó está direta e reciprocamente relacionado com os outros. O objetivo de uma análise de cliques é procurar as relações próximas.	N-cliques	O clique pode ser ampliado ao considerar-se a distância de n-cliques. 1-clique corresponde a um subgrafo completo em que todos os nós são adjacentes. 2-clique é um subgrafo em que todos os membros estão relacionados diretamente (à distância de 1) ou indiretamente através de um vizinho comum (à distância de 2). Ao aumentarmos a distância de configuração do clique relaxa-se o conceito de membro do grupo, que perde força, e reduz-se a capacidade interpretativa. A distância recorrentemente utilizada é a de 2-clique. À distância de 2-clique as relações ainda podem ser interpretadas como claras e diretas, envolvendo apenas um vizinho que age como intermediário/mediador (<i>broker</i>), preenchendo um buraco estrutural.
					Cliques fortes	Nos grafos direcionais deve-se considerar a direção das ligações: as ligações em que existe reciprocidade originam cliques fortes.
					Cliques fracos	Nos grafos direcionais pode-se assumir a simples existência da ligação, sem atender à direção e tratando todas as ligações como se fossem reciprocas. identifica cliques fracos.

Círculo	Número de cliques que se podem fundir caso dois terços dos seus membros sejam idênticos.	Sustenta-se na ideia de círculo social, para conferir significado à estrutura da rede social, ao valoriza as curtas cadeias de ligações indiretas que unem os seus membros. Assim, os cliques que se sobrepõem podem ser agregados em círculos se têm uma determinada proporção dos seus membros em comum.
Equivalência estrutural	Número de subgrafos coesos de atores a partir de padrões de ligações semelhantes.	Permite identificar subgrupos coesos de atores a partir de padrões de ligações semelhantes. As medidas de equivalência estrutural centram-se na busca e identificação de coerências relacionadas com a posição ocupada dentro de uma rede social. Uma vez identificada a posição dentro de uma determinada rede, podem-se explorar as relações entre estas posições, para identificar categorias de agentes estruturalmente equivalentes. Além do mais, estas análises de equivalência estrutural permitem associar, por exemplo, as pessoas com a organização de que são membros e, em vez de os analisar separadamente, analisa-os conjuntamente, isto é, permite cruzar diferentes tipos de dados relacionais próprios dos atores da rede em exploração.
Clusters	Medida que permite estabelecer a linha de corte, combinando os nós e dividindo-os, é a medida de <i>clusters</i> . Trata-se de um conjunto de nós considerados similares em função de uma determinada propriedade relacional. Considerando que a similitude é um conceito ele mesmo relativo, os nós podem ser mais ou menos similares, podendo ser agrupados em nichos de níveis variáveis de similitude. Assim, o número de <i>clusters</i> e a sua composição depende do grau de similitude que se pretende para a análise.	Método aglutinador
	Gera uma hierarquia de clusters, sendo que estes clusters criados dependem da escolha do método a aplicar e da medida de similitude a atribuir à equivalência estrutural	
Os nós individuais são progressivamente e gradualmente combinados e agregados em conjuntos cada vez maiores. Para esta aglutinação pode-se recorrer a dois tipos de procedimentos. No procedimento de ligações simples, os nós são agregados num <i>cluster</i> com aqueles que são mais similares, começando pelos dois nós mais similares e avançando para os degraus seguintes de similitude, agregando sucessivamente mais nós e clusters de similitude menor até ao degrau pretendido. Assim, cria <i>clusters</i> de cadeias de nós a partir dos <i>clusters</i> existentes. O procedimento de ligações completas segue o mesmo procedimento geral, mas mede a similitude entre dois <i>clusters</i> a partir dos dois nós menos similares. Tem maior probabilidade de indiciar novos <i>clusters</i> nas suas fases iniciais, identificando melhor os <i>clusters</i> compactos e homogêneos.		
Parte do grafo como um todo e divide-o em subconjuntos de maior similitude. Existem dois procedimentos divisivos. O procedimento de atributo único começa por diferenciar aqueles nós que possuem um indicador ou um valor particular daqueles que não possuem tais valores ou indicadores, dividindo inicialmente a rede em dois <i>clusters</i> . Repete-se o mesmo procedimento dentro de cada um dos <i>clusters</i> previamente delimitados para os voltar a subdividir, e assim sucessivamente, para produzir conjuntos de nós que se excluem mutuamente. O procedimento de todos os atributos sustenta a separação na similitude média de um conjunto de nós comparativamente com a totalidade dos outros nós do grafo		

Fonte: Elaborado a partir Hansen, Shneiderman, e Smith (2011); Sousa (2012) e Scott (2013).

4.2. Recolha e estruturação dos dados

Considerando que se pretende analisar o primeiro momento de estruturação do sistema de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana em Portugal, o primeiro desafio que se coloca prende-se com a seleção das fontes de informação.

Esta seleção está condicionada pelos objetivos desta investigação. Desde logo, o nível de análise de partida é o organizacional, isto é, pretende-se identificar as organizações envolvidas nos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana com amarração em Portugal, pelo que as fontes devem permitir a recolha deste tipo de informação.

Outro dos objetivos estabelecidos visa o desenvolvimento duma análise da proximidade relacional, considerando a multidimensionalidade da proximidade, logo as fontes selecionadas devem possibilitar a identificação de dados relacionais.

Por outro lado, os objetivos contemplam a construção de uma visão evolutiva do sistema relacional de produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana, pelo que a opção por uma estratégia de recolha direta dos dados relacionais, tal como já se explicou anteriormente, tem fortes limitações, dado que se torna difícil a recolha da totalidade das organizações envolvidas e é desaconselhável pedir aos atores que respondam sobre as relações que estabeleceram num passado remoto.

Assim, a opção passa por sustentar esta investigação em fontes indiretas que permitam a identificação das organizações e das respetivas relações estabelecidas entre elas pelo envolvimento num mesmo projeto, permitindo ainda reconstruir a trajetória das relações interorganizacionais. Nesse sentido, selecionaram-se como fontes de informação os projetos aprovados no âmbito dos principais instrumentos de apoio à produção de conhecimento e inovação implementados por Portugal - projetos apoiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (reunidos na base FCT) e projetos agregados no portal da Agência Nacional de Inovação (reunidos na base INOV) – e pela União Europeia (reunidos na base CORDIS). O Quadro 43 faz uma síntese do tipo de informação recolhida para cada uma das bases (FCT, CORDIS e INOV), identificando os dados recolhidos diretamente a partir da fonte original, os dados complementares recolhidos a partir de outras fontes de informação e os critérios de seleção dos projetos dirigidos à saúde humana.

Quadro 43: síntese do tipo de informação recolhida

	Dados recolhidos	Dados complementares acrescentados	Critérios de seleção dos projetos dirigidos à saúde humana
Rede FCT⁷⁷	Ano; Área científica principal; Área científica secundária; Valor de financiamento aprovado; Título; Palavras-Chave; Instituição proponente; Instituições participantes; Unidade de investigação principal.	Domínio científico de cada área científica ⁷⁸ ; Morada das organizações ⁷⁹ ; CAE/NACE das empresas; Classificação das organizações, em função da esfera de ator, respeitando a seguinte tipologia: - Universidade/Centro de Investigação ⁸⁰ ; - Empresa; - Hospital; - Governo/Agência Governamental; - Associação/Fundação; - Tecnopolo/Parque de Ciência e Tecnologia.	Análise de conteúdos aos campos: área científica (principal e secundária), título, palavras-chave, instituições proponente e participantes e unidade de investigação principal, foram selecionados os projetos dirigidos à saúde humana, respeitando os seguintes critérios de seleção: a) projetos cuja área científica principal ou secundária é do domínio das ciências da saúde; b) projetos cujo título e/ou palavras-chave remetem para questões relacionadas com a saúde humana (patologias humanas, terapias, aplicações farmacêuticas, dispositivos médicos, etc.); c) projetos cuja organização proponente, participantes ou unidade de investigação principal pertencem à esfera de instituições direcionadas à saúde humana (hospitais, centros de saúde, indústrias farmacêuticas, indústrias de dispositivos médicos, etc.).
Rede CORDIS⁸¹	Programa; Título; Objetivos; Data de início; Data de conclusão; Custo total; Contribuição da União Europeia; Organização coordenadora; Organizações Participantes.	Morada das organizações; CAE/NACE das empresas. Classificação das organizações, em função da esfera de ator, respeitando a seguinte tipologia: - Universidade / Centro de Investigação; - Empresa; - Hospital; - Governo / Agência Governamental; - Associação / Fundação; - Tecnopolo / Parque de Ciência e Tecnologia.	Inicialmente, foram identificados todos os projetos envolvendo organizações localizadas em Portugal (coordenadoras ou participantes). Seguidamente, a partir duma análise de conteúdos aos campos programa, título, objetivos, organizações promotoras e copromotoras, foram selecionados os projetos, respeitando os seguintes critérios de seleção: a) projetos desenvolvidos no âmbito das temáticas das ciências da saúde; b) projetos de outras temáticas cujo título e/ou objetivos estão relacionados com a saúde humana (patologias humanas, terapias, aplicações farmacêuticas, dispositivos médicos, etc.); c) projeto cujas organizações envolvidas pertencem à esfera direcionada à saúde humana (hospitais, centros de saúde, indústrias farmacêuticas, indústrias de dispositivos médicos, etc.).
Rede INOV⁸²	Ano; Programa de apoio; Título; Área tecnológica; Setor de aplicação; Síntese do projeto; Apoio público homologado; Organização promotora; Organizações copromotoras.	- Hospital; - Governo / Agência Governamental; - Associação / Fundação; - Tecnopolo / Parque de Ciência e Tecnologia.	Análise de conteúdos ao título, área tecnológica, setor de aplicação, síntese do projeto, promotor líder e entidades copromotoras, foram selecionados os projetos dirigidos à saúde humana, respeitando os seguintes critérios de seleção: a) Projetos cujo setor de aplicação é a saúde ou a indústria farmacêutica. b) Projetos cujo título e síntese do projeto remetem diretamente para questões relacionadas com a saúde humana (patologias, terapias, aplicações farmacêuticas, dispositivos médicos, ...); c) Projetos cujo promotor e/ou copromotores pertencem inequivocamente à esfera das organizações direcionadas à saúde humana (hospitais, centros de saúde, indústrias farmacêuticas, indústrias de dispositivos médicos e farmacêuticos, etc.).

⁷⁷ Levantamento efetuado durante o ano de 2011, a partir da informação disponibilizada no endereço eletrónico <https://www.fct.pt/apoios/projectos/consulta/projectos>.

⁷⁸ Respeitou-se a classificação das áreas científicas por domínios estabelecida pela FCT (www.fct.mctes.pt/projetos/concursosantigosanexo), em vigor até 21/03/2012.

⁷⁹ No caso das organizações nacionais as moradas foram recolhidas com os sete dígitos do código postal. Para as organizações internacionais foram identificadas a cidade e o país.

⁸⁰ Inclui departamentos, unidades de I&D e laboratórios associados das universidades.

⁸¹ Levantamento efetuado durante o mês de janeiro de 2013, a partir da informação disponibilizada no seguinte endereço eletrónico: <http://cordis.europa.eu>.

⁸² Levantamento efetuado durante o mês de abril de 2013, a partir da informação disponibilizada no seguinte endereço eletrónico: <http://projectos.adi.pt/>.

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 44: critérios de medição das múltiplas dimensões de proximidade

Dimensão	Rede <i>FCT</i>		Rede <i>CORDIS</i>		Rede <i>INOV</i>	
	Proximidade	Distância	Proximidade	Distância	Proximidade	Distância
Cognitiva	Definida pela relação direta entre áreas científicas pertencentes ao mesmo domínio científico.	Definida pela relação direta entre áreas científicas de domínios científicos diferentes.	Sem indicadores que permitam avaliar.	Sem indicadores que permitam avaliar.	Definida pela relação direta entre áreas tecnológicas e setores de aplicação similares.	Definida pela relação direta entre áreas tecnológicas e setores de aplicação diferentes.
Organizacional	Definida pela relação diretas entre organizações semelhantes (ligações homofílicas).	Definida pela relação direta entre organizações diferentes (ligações heterofílicas).	Definida pela relação diretas entre organizações semelhantes (ligações homofílicas).	Definida pela relação direta entre organizações diferentes (relações heterofílicas).	Definida pela relação diretas entre organizações semelhantes (ligações homofílicas).	Definida pela relação direta entre organizações diferentes (relações heterofílicas).
Institucional	Definida pela relação diretas com atores da mesma esfera institucional de ação (ligações homofílicas), originando uma rede endogâmica.	Definida pela relação direta com atores de esferas de ação diferentes (ligações heterofílicas). Origina uma rede exogâmica.	Definida pela relação diretas com atores da mesma esfera institucional de ação (ligações homofílicas), originando uma rede endogâmica.	Definida pela relação direta com atores de esferas de ação diferentes (ligações heterofílicas). Origina uma rede exogâmica.	Definida pela relação diretas com atores da mesma esfera institucional de ação (ligações homofílicas), originando uma rede endogâmica.	Definida pela relação direta com atores de esferas de ação diferentes (ligações heterofílicas). Origina uma rede exogâmica.
Geográfica	Definida pelo estabelecimento de relações diretas com atores colocalizados à escala local ou regional.	Definida pelo estabelecimento de relações diretas com atores localizados à escala suprarregional (nacional ou internacional).	Definida pelo estabelecimento de relações diretas com atores colocalizados à escala local ou regional	Definida pelo estabelecimento de relações diretas com atores localizados á escala suprarregional (nacional ou internacional).	Definida pelo estabelecimento de relações diretas com atores colocalizados à escala local ou regional.	Definida pelo estabelecimento de relações diretas com atores localizados à escala suprarregional (nacional ou internacional).

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 45: Tipos de rede utilizadas na análise das múltiplas dimensões de proximidade

Nome	Objetivo	Tipos de Redes	Análise
Rede Cognitiva	Proximidade / Distância Cognitiva	Rede completa unimodal binária	Permite analisar as fronteiras cognitivas e a diversidade cognitiva, a partir da exploração da sua composição, centralidade, intensidade das ligações e estrutura.
		Rede unimodal binária estruturada em comunidades pelo atributo dos nós	Permite consolidar o retrato da composição e diversidade cognitiva e caracterizá-lo em termos de homofilia ou heterofilia das ligações e consequentemente quanto ao caráter endogâmico ou exogâmico da rede.
		Rede completa unimodal binária por biénio	Permite analisar a dinâmica temporal relativamente às fronteiras cognitivas e a diversidade cognitiva, a partir da exploração da sua composição, centralidade, ligações e estrutura.
Rede organizacional	Proximidade / Distância Organizacional	Rede completa unimodal binária	Permite analisar as fronteiras organizacionais e a diversidade organizacional, a partir da exploração da sua composição, centralidade, intensidade das ligações e estrutura (conexão, densidade, centralização e coesão).
		Rede completa unimodal binária por biénio	Permite analisar a dinâmica temporal relativamente às fronteiras organizacionais e à diversidade organizacional, a partir da exploração da sua composição, centralidade, ligações e estrutura.
Rede Institucional	Proximidade / Distância Institucional	Rede completa unimodal binária estruturada em comunidades pelo atributo dos nós	Permite analisar a composição, atendendo à esfera institucional a que pertence cada organização, e caracterizá-lo em termos de homofilia ou heterofilia das ligações e consequentemente quanto ao caráter endogâmico ou exogâmico da rede.
		Rede incompleta – subgrafos das relações adjacentes	Permite uma análise focada nas organizações mais centrais para avaliar a tendência homofílica ou heterofílica das ligações que estabelece.
		Rede completa unimodal binária por biénio, das comunidades pelo atributo dos nós	Permite analisar a dinâmica temporal atendendo à esfera institucional a que pertence cada organização, e a evolução da tendência para o estabelecimento de ligações homofílicas ou heterofílicas e, consequentemente, da criação de redes endogâmicas ou exogâmicas.
Rede Geográfica	Proximidade / Distância Institucional	Rede completa unimodal binária	Permite analisar a diversidade de lugares e as escalas geográficas envolvida, explorando a sua composição, centralidade, intensidade das ligações e estrutura.
		Rede completa unimodal binária por biénio	Permite analisar a dinâmica temporal relativamente à diversidade de lugares e das escalas geográficas envolvida, explorando a sua composição, centralidade, intensidade das ligações e estrutura.
		Rede completa unimodal binária das comunidades por lugares	Permite analisar a composição organizacional dos lugares, atendendo à esfera institucional a que pertence cada organização.
		Rede completa bimodal	Permite analisar a especialização/diversificação dos lugares em relação ao conhecimento base de que partem ou aos setores de aplicação a que se dirigem.
		Rede completa bimodal por biénio	Permite analisar a dinâmica de especialização/diversificação dos lugares em relação a conhecimento base de que partem ou aos setores de aplicação a que se dirigem.

Fonte: Elaboração própria.

A partir dos dados recolhidos, e dado que um dos objetivos da investigação passa pela análise multidimensional da proximidade (cognitiva, organizacional, institucional e geográfica) possibilitada pelas relações interorganizacionais no âmbito de cada um dos projetos desenvolvidos em parceria, torna-se necessário estabelecer os critério de medição das diferentes dimensões de proximidade, assim como os tipos de redes produzidas, a partir da metodologia de análise de redes sociais, que permitem a medição de cada uma das dimensões de proximidade.

Quadro 46: Indicadores para a elaboração dos perfis territoriais resultantes da conjugação dos projetos FCT, CORDIS e INOV dirigidos à saúde humana.

	Domínios			
	Composição dos lugares	Centralidade dos lugares	Ligações dos lugares	Dinâmica temporal dos lugares
Indicadores	<p>Nº total de organizações;</p> <p>Valor total de Financiamento;</p> <p>Nº de organizações da esfera das universidades;</p> <p>Nº de organizações da esfera das empresas;</p> <p>Nº de organizações da esfera dos Hospitais;</p> <p>Nº de organizações da esfera das Agências Governamentais;</p> <p>Nº de áreas científicas;</p> <p>Nº de áreas tecnológicas;</p> <p>Nº de setores de aplicação;</p> <p>Nº de projetos que coordena;</p> <p>Nº de projetos em que participa;</p> <p>Nº de projetos que coordena + participa (FCT);</p> <p>Nº de projetos que coordena + participa (CORDIS);</p> <p>Nº de projetos que coordena + participa (INOV);</p> <p>Nº de organizações da CAE 212 - Fabricação preparações farmacêuticas;</p> <p>Nº de organizações da CAE 466 - Comércio grosso outras máquinas equipamentos;</p> <p>Nº de organizações da CAE 582 - Edição programas informáticos;</p> <p>Nº de organizações da CAE 620 - Consultoria programação informática atividades relacionadas;</p> <p>Nº de organizações do CAE 721 - Investigação desenvolvimento ciências físicas naturais.</p>	<p>Índice de <i>betwenness centrality</i> (CORDIS);</p> <p>Índice de <i>betwenness centrality</i> (FCT);</p> <p>Índice de <i>betwenness centrality</i> (INOV);</p> <p>Índice de <i>betwenness centrality</i> (rede de lugares);</p> <p>Índice de <i>out-degree</i> (rede de lugares);</p> <p>Índice de <i>in-degree</i> (rede de lugares).</p>	<p>Nº total de ligações homofílicas;</p> <p>Nº de ligações universidade – universidade;</p> <p>Nº de ligações empresas – empresas;</p> <p>Nº de ligações hospitais – hospitais;</p> <p>Nº ligações agências governamentais - agências governamentais;</p> <p>Nº total de ligações heterofílicas;</p> <p>Nº de ligações universidades – empresas;</p> <p>Nº de ligações universidades – hospitais;</p> <p>Nº de ligações universidades – agências governamentais;</p> <p>Nº de ligações universidades – associações;</p> <p>Nº de ligações universidades – tecnopolos;</p> <p>Nº de ligações empresas – hospitais;</p> <p>Nº de ligações empresas – agências governamentais;</p> <p>Nº de ligações empresas – associações;</p> <p>Nº de ligações hospitais – associações;</p> <p>Nº de ligações agências governamentais – hospitais;</p> <p>Nº de ligações agências governamentais – associações;</p> <p>Nº de ligações à escala local;</p> <p>Nº de ligações à escala regional;</p> <p>Nº de ligações à escala nacional;</p> <p>Nº de ligações à escala internacional.</p>	<p>Nº de biénios em que o lugar está presente (FCT);</p> <p>Nº de biénios em que o lugar está presente (CORDIS);</p> <p>Nº de biénios em que o lugar está presente (INOV);</p> <p>Lugares envolvidos nos dois últimos biénios (FCT);</p> <p>Lugares envolvidos nos dois últimos biénios (CORDIS);</p> <p>Lugares envolvidos nos dois últimos biénios (INOV).</p>

Fonte: elaboração própria.

Assim, por um lado, o Quadro 44 faz uma síntese dos critérios de classificação das relações de proximidade ou de distância para cada uma das fontes de informação e para cada uma das dimensões de proximidade. Por outro lado, o Quadro 45 faz uma síntese dos tipos de redes selecionados, em função de cada uma das dimensões de proximidade e tendo em consideração o seu potencial analítico.

No início de cada capítulo é apresentada a estratégia metodológica específica, ajustada às contingências resultantes de cada uma das fontes de informação em análise e atendendo aos objetivos específicos da investigação.

A terminar, com o objetivo de apresentar uma síntese do espaço relacional e dos perfis territoriais que resultam da análise destes três tipos de projetos, elaborou-se uma base que agrega os indicadores das três bases (FCT, CORDIS e INOV). Nela se conjugaram indicadores resultantes da metodologia de análise de redes sociais, complementada com outros indicadores de caracterização geral, agrupados de acordo com os seguintes domínios de análise: composição, centralidade, ligações e dinâmica temporal (Quadro 46).

Assim, na conclusão, elaborou-se uma síntese dos contextos locais que emergem da composição, da centralidade, das ligações e da dinâmica temporal de cada um dos lugares de Portugal envolvidos nestes projetos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana. Para tal recorreu-se à aplicação de uma análise de correspondências múltiplas – uma análise fatorial que analisa e classifica padrões de relacionamento entre indicadores categóricos dependentes, agrupando as unidades geográficas atendendo às características comuns (Abdi & Valentin, 2007; Yelland, 2010; Greenacre, 2017) – possibilitando a identificação de cinco peris de contextos locais dirigidos à produção de conhecimento e inovação para a saúde humana em Portugal.

5. O espaço relacional dos projetos FCT dirigidos à saúde humana

5.1. Metodologia específica

Os dados que aqui se exploram correspondem aos projetos de I&D homologados e financiados pela FCT para o período entre 1999 e 2010 (período com dados disponíveis à data do levantamento⁸³), recolhidos a partir da página *online* desta instituição⁸⁴. Correspondem a projetos de investigação fundamental e aplicada, coordenados a partir de universidades, institutos politécnicos, centros de investigação, laboratórios associados ou fundações de investigação científica, e outras organizações vocacionadas para a produção de conhecimento científico de base ou aplicado.

Para a análise da dinâmica temporal dos dados estabeleceu-se o biénio. Tal deve-se ao facto de se verificar que em alguns dos anos em análise a FCT não abriu concurso para todos os domínios científicos (Anexo – Quadro 1), aquele que abrange maior número de projetos e maior valor de financiamento. Nos anos em que tal sucede, foram abertos apenas concursos especiais dirigidos a determinadas temáticas, áreas científicas ou programas, com um número reduzido de projetos aprovados e de valor de financiamento reduzido comparativamente com os concursos para todos os domínios científicos. Tal facto impossibilita uma análise anual, pois geraria um profundo desequilíbrio na amostra aquando da análise evolutiva. Ao estabelecer-se uma análise por biénio garante-se que a análise contempla sempre, pelo menos, um concurso para todos os domínios científicos.

A análise que se segue centra-se particularmente na exploração dos projetos em rede. A partir da base de projetos de I&D dirigidos à saúde humana financiados pela FCT foi construída uma matriz relacional específica para a análise destes projetos. São exploradas as redes de conhecimento interdisciplinar, as redes organização – área científica, as redes interorganizacionais e as redes territoriais, de acordo com a estrutura metodológica sumarizada no Quadro 47.

⁸³ Após a recolha, estruturação e tratamento dos dados, foram disponibilizados, no sítio da FCT, os dados para 2011, 2012 e 2013. No entanto, o tipo de informação disponibilizada não permite, nomeadamente, identificar, por projeto, a organização proponente e a(s) respetiva(s) organização(ões) participante(s), impossibilitando a construção das redes interorganizacionais.

⁸⁴ O levantamento foi efetuado a partir da informação disponibilizada no seguinte endereço eletrónico: <https://www.fct.pt/apoios/projectos/consulta/projectos>

Quadro 47: Estrutura metodológica para a construção das redes FCT.

	Rede interdisciplinar	Rede organizacional	Rede organização – área científica	Rede institucional	Rede territorial
Projeto em rede	Projeto que identifica uma área científica principal e uma área científica secundária.	Projeto que envolve pelo menos dois atores organizacionais diferentes.	Projeto que identifica as organizações e a área científica em que se enquadra (rede bimodal).	Projeto que envolve pelo menos dois atores organizacionais classificados segundo a esfera institucional a que pertence.	Projeto em que é possível identificar a localização da organização proponente e das organizações participantes.
Rede	Direcional, com origem na área científica principal, apontando no sentido das áreas científicas secundárias.	Direcional, com origem na organização proponente, apontando no sentido das organizações participantes.	Direcional, com origem nas organizações proponentes e participantes, apontando no sentido das áreas científicas.	Direcional, com origem na organização proponente, apontando no sentido das organizações participantes.	Direcional, com origem na localização (concelho/cidade) da organização proponente e apontando no sentido da localização das organizações participantes.
Vértice	Corresponde a cada área científica (principal) e/ou secundária classificada por domínio científico	Corresponde a cada organização proponente e/ou participante.	Correspondem às organizações classificadas por esfera de ator e às áreas científicas por domínio científico.	Corresponde a cada organização proponente e/ou participante classificada por esfera institucional.	Corresponde ao concelho/cidade de cada uma das organizações proponentes e participantes, classificadas por escala geográfica de proximidade/distância (local, regional, nacional, internacional).
Ligação	Corresponde à relação estabelecida entre a área científica principal e a área científica secundária em cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre a organização proponente e a organização participante em cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre a organização e a área científica em cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre a organização proponente e a organização participante em cada projeto.	Corresponde à ligação estabelecida entre a localização da organização proponente e a localização da organização participante em cada projeto.
Out-degree	Corresponde ao número de ligações únicas que cada área científica principal estabelece com as áreas científicas secundárias (<i>out-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização proponente estabelece com as organizações participantes (<i>out-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização estabelece com as áreas científicas (<i>out-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização proponente estabelece com as organizações participantes (<i>out-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas entre o lugar de localização da organização proponente e o lugar de localização da organização participante (<i>degree</i>).
In-degree	Corresponde ao número de ligações únicas que cada área científica secundária recebe das áreas científicas principais.	Corresponde ao número de ligações únicas que as organizações participantes recebem das organizações proponentes.	Corresponde ao número de ligações únicas que as áreas científicas recebem das diferentes organizações.	Corresponde ao número de ligações únicas que as organizações participantes recebem das organizações proponentes.	É medido apenas o <i>degree</i> , pelo que não há direccionalidade da ligação (para dentro – <i>in-degree</i> ou para fora – <i>out-degree</i>)
Betweenness centrality	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes das diferentes áreas científicas da rede, que passam por uma determinada área científica, para chegar a cada uma das áreas científicas da rede.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes das diferentes organizações da rede, que passam por uma determinada organização, para chegar a cada uma das organizações da rede.	Nas redes bimodais não é possível utilizar esta métrica.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes das diferentes organizações da rede, que passam por uma determinada organização, para chegar a cada uma das organizações da rede.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes dos diferentes concelhos/cidades da rede, que passam por um determinado concelho, para chegar a cada um dos concelhos da rede.

Fonte: elaboração própria.

5.2. Caraterização geral da base de dados FCT

A base FCT é composta por um total de 8240 projetos de I&D aprovados entre 1999 e 2010, com um valor total de financiamento de 782 287 946 €. Deste universo, foi possível identificar 2022 projetos relacionados com a saúde humana, o que corresponde a 24,5% do total de projetos, com um financiamento global de 225.259.026 € (28,8% do financiamento total dos projetos de I&D para o período em análise). Neste período, o número de projetos relacionados com a saúde humana representa um quarto do total dos projetos FCT e o seu financiamento ultrapassa esse valor percentual (Anexo – Quadro 2 e 3), fazendo da saúde humana um alvo com muito peso no total de projetos de I&D financiados pela FCT.

Em termos de evolução temporal, o número de projetos relacionados com a saúde tem vindo a aumentar e a percentagem de financiamento alocada a este tipo de projetos segue igual tendência face ao financiamento total aprovado pela FCT (de 18,7% do total de projetos e 21,3% do financiamento total no biénio 1999/2000 para 30,3% dos projetos e 35,1% do financiamento total no biénio 2009/2010). Estas constatações reforçam a observação de que a saúde humana é um alvo central dos projetos de I&D financiados pela FCT, cujo peso tem vindo consistentemente a aumentar ao longo do período em análise (Anexo – Quadro 3).

Em termos de caraterização geral da base, importa ainda identificar, de entre os projetos direcionados à saúde humana, aqueles que são desenvolvidos em rede interorganizacional e aqueles que são desenvolvidos isoladamente (Anexo – Quadro 4). Para o período em análise, os projetos em rede correspondem a 56% do financiamento e a 52% do número dos projetos relacionados com a saúde humana. No entanto, em termos de dinâmica temporal, o ano de 2006 marca a transição de uma tendência, até aí maioritária, do desenvolvimento organizacionalmente isolado destes projetos para uma tendência maioritária do seu desenvolvimento em redes de cooperação interorganizacionais. Quer quanto ao número, quer quanto ao valor do financiamento alocado, a partir de 2006 os projetos desenvolvidos em rede interorganizacional passam a representar valores próximos ou superiores a 60% do total dos projetos dirigidos à saúde humana.

5.3. Rede interdisciplinar

Os projetos aprovados ao abrigo dos incentivos ao sistema científico nacional, reunidos na base de projetos de I&D dirigidos à saúde humana financiados pela FCT (denominada, a partir de agora Rede FCT para simplificar), possibilitam a identificação das áreas científicas

principal e secundária de cada projeto. Com base na relação entre a área científica principal e a área científica secundária dos projetos financiados pela FCT é possível estabelecer uma rede relacional entre as diferentes áreas de especialização científica envolvidas em projetos de I&D dirigidos à saúde humana. Os formulários de candidatura da FCT só contemplam a possibilidade de cada projeto mencionar a área científica secundária a partir de 2004. Daí que esta análise da relação interdisciplinar dos projetos FCT só se possa efetuar para o período 2004-2010. Por outro lado, não é obrigatório mencionar-se uma área científica secundária (até porque a natureza do projeto pode não a contemplar), sendo apenas obrigatório posicionar o projeto numa área científica principal. Ao longo da análise deve-se ter sempre presente estes condicionalismos. O Quadro 48 faz a síntese da estrutura de análise da rede interdisciplinar.

Quadro 48: estrutura de análise da rede interdisciplinar

Metodologia	Objetivos de análise
Rede interdisciplinar	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as áreas científicas envolvidas em projetos de I&D dirigidos à saúde humana; - Analisar as relações interdisciplinares que se produzam nestes projetos e, a partir daí, traçar as fronteiras cognitivas; - Caracterizar a centralidade das áreas científicas nesta rede cognitiva.
Comunidades por domínio científico	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar e caracterizar os domínios científicos envolvidos; - Explorar a tendência endogâmica e exogâmica das relações interdisciplinares; - Identificar as áreas e os domínios científicos com maior proximidade cognitiva.
Rede interdisciplinar por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória da rede interdisciplinar; - Identificar as áreas científicas com um trajeto mais longo de relações interdisciplinares; - Explorar a evolução da centralidade das áreas científicas.

Fonte: elaboração própria.

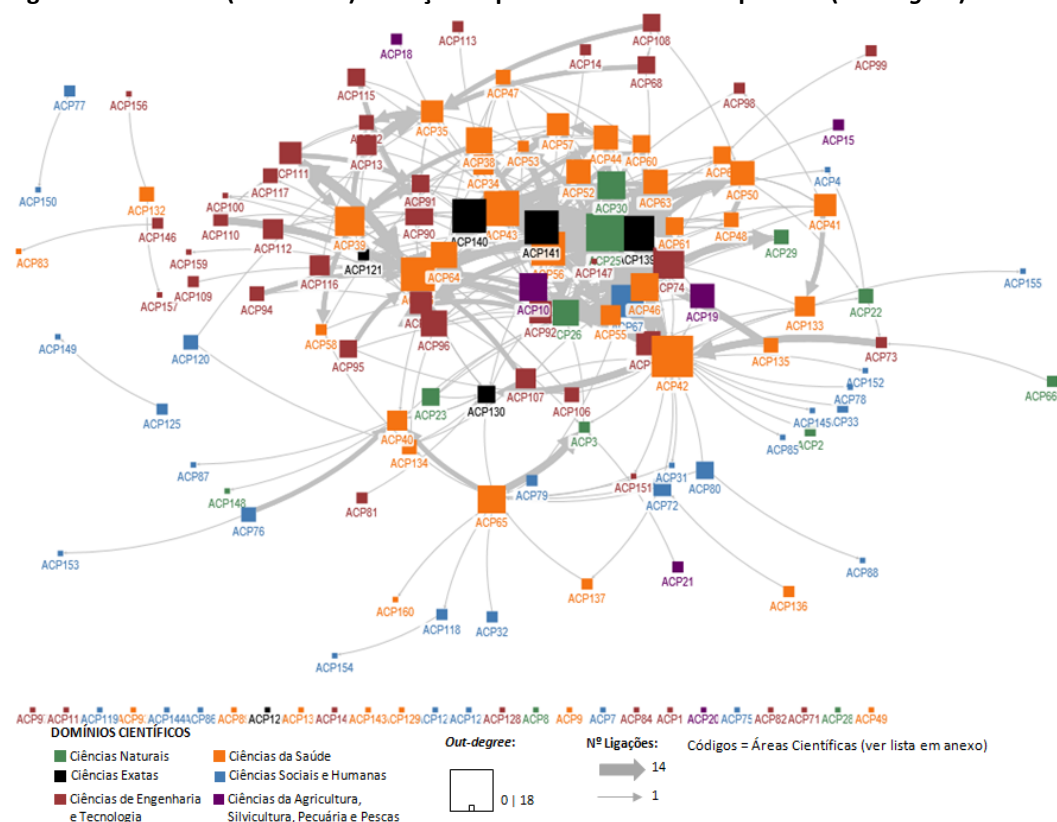
5.3.1. Fronteiras cognitivas e proximidade cognitiva

A exploração da rede interdisciplinar abarca o período 2004-2010. Neste período existem 113 áreas de especialização científica envolvidas em redes interdisciplinares de produção de conhecimento dirigidas à saúde humana e 26 áreas disciplinares isoladas. No total, estabelecem entre elas 625 ligações, das quais 45,3% são ligações únicas entre diferentes áreas de especialização, correspondendo as restantes a ligações duplicadas (Anexo – Quadro 5).

Todos os domínios científicos estão presentes nesta rede interdisciplinar, o que demonstra, à partida, que o processo de produção de I&D apoiado em relações interdisciplinares não é exclusivo a um domínio específico, mas é antes um processo transversal a todos os domínios científicos. A reforçar esta ideia está o facto da rede se estruturar em 5 componentes conectados, sendo que o componente maior conecta 104

das 113 áreas científicas da rede e estabelece 620 ligações do total de 625 ligações da rede. Tal significa que existe conectividade entre as diferentes áreas de especialização científica, reforçando a constatação de que o processo de produção de conhecimento dirigido à saúde humana, para além de se basear num processo disciplinar, também se enraíza num sistema interdisciplinar que abarca os diferentes domínios científicos, e não apenas as áreas científicas dos domínios das ciências da saúde ou das ciências naturais (Figuras 14).

Figura 14: Rede FCT (2004-2010) – relações e proximidade interdisciplinares (out-degree)



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

A exploração das métricas de centralidade local revela que as áreas científicas do domínio das ciências da saúde são as que exibem maior capacidade para estabelecerem relações com diferentes áreas disciplinares no âmbito destes projetos de produção de conhecimento dirigidos à saúde humana. Enquanto área científica principal (Anexo – Quadro 6 e Figura 14), no domínio das ciências da saúde destaca-se a Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente como a área científica que, para a produção de conhecimento dirigido à saúde humana, se sustenta em redes interdisciplinares mais diversificadas (18

áreas científicas diferentes). Ainda dentro deste domínio destacam-se a Farmacologia e Ciências Farmacêuticas (15 áreas científicas diferentes), os Biomateriais e Engenharia biomédica (12 áreas científicas diferentes) e as Neurociências (12 áreas científicas diferentes).

No grupo das 10 áreas científicas com maior diversidade relacional interdisciplinar, surgem diferentes domínios científicos. No domínio das ciências exatas destacam-se a Química e Bioquímica (13 áreas científicas diferentes), a Química (12 áreas científicas diferentes) e a Bioquímica (12 áreas científicas diferentes).

No domínio das ciências naturais sobressai a Biologia Celular e Molecular (15 áreas científicas diferentes). No domínio das ciências sociais e humanas destacam-se as ciências do desporto (11 áreas científicas diferentes). No domínio das ciências de engenharia e tecnologia destacam-se as Ciências e Tecnologias do Mar (10 áreas científicas diferentes). De referir ainda que no grupo das 32 áreas científicas que revelam uma rede interdisciplinar mais diversa estão presentes áreas científicas de todos os domínios científicos.

Centrando a análise nas áreas científicas secundárias (Anexo – Quadro 7), destacam-se novamente aquelas que pertencem ao domínio das ciências da saúde, revelando grande capacidade para produzirem conhecimento a partir de processos interdisciplinares com diferentes áreas científicas. No entanto, mais uma vez se repete o padrão no que diz respeito à presença de áreas científicas dos diferentes domínios.

No domínio das ciências naturais, destacam-se a Biologia Celular e Molecular (26), a Biologia Microbiana (15) e as ciências biológicas – Proteínas e Biologia estrutural (11). No domínio das ciências da saúde destacam-se os Biomateriais e Engenharia Biomédica (21); Epidemiologia, Saúde Pública Ambiente (15); Farmacologia e Ciências Farmacêuticas (13); Neurociências (13); Genética Médica e Genómica Funcional (12) e Microbiologia, Infecção, Imunologia e Inflamação (11). No domínio das ciências exatas destaca-se a Química (13). No domínio das ciências de engenharia e tecnologia destaca-se a Engenharia Bioquímica e Biotecnologia (10). Apenas as áreas científicas do domínio das ciências sociais e humanas não constam desta lista das 35 áreas científicas secundárias com perfil interdisciplinar mais diversificado.

Analisando a centralidade global granjeada pelas áreas científicas desta rede interdisciplinar (Anexo - Quadro 8), é, naturalmente, no domínio das ciências da saúde que

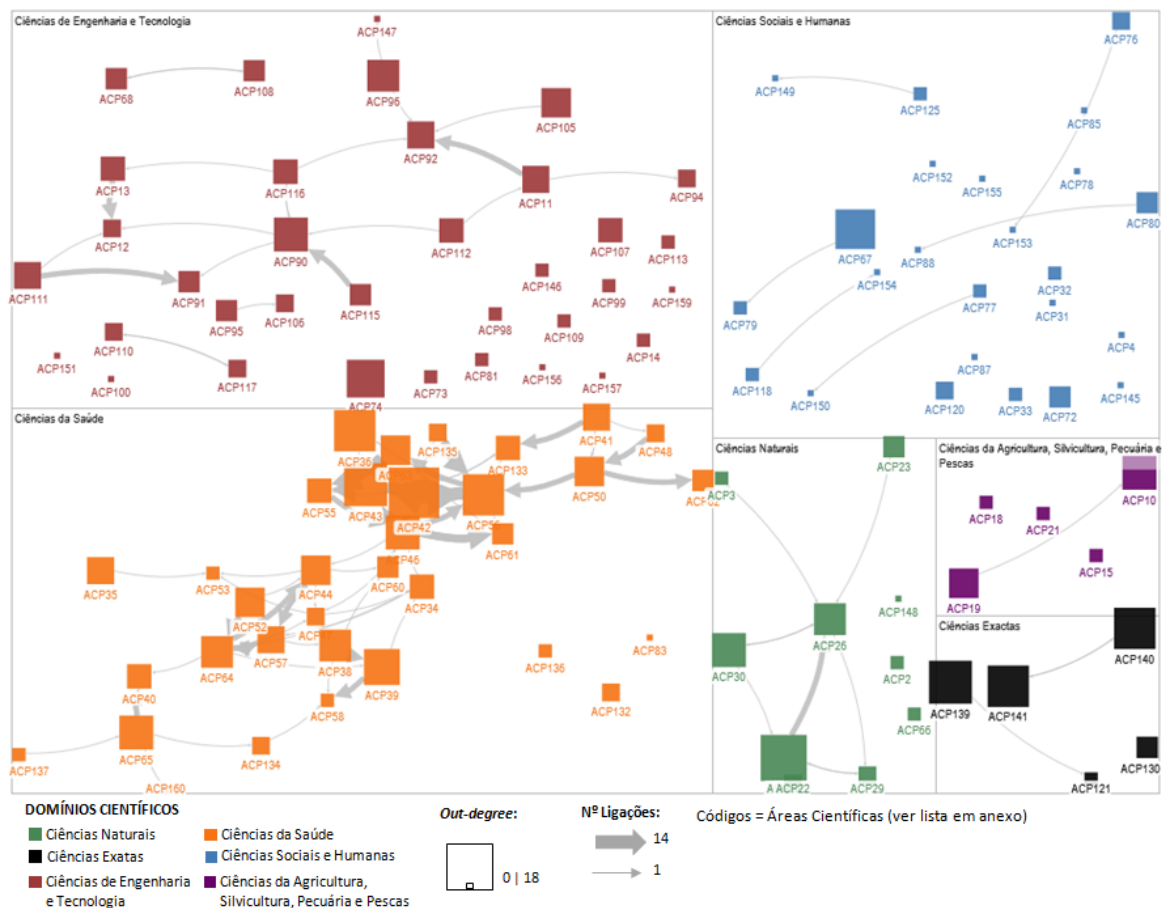
se encontram algumas das áreas científicas com maior centralidade, destacando-se ainda algumas áreas científicas das ciências naturais e das ciências exatas. A presença de algumas áreas dos domínios científicos das ciências de engenharia e tecnologia, das ciências da agricultura, silvicultura, pecuária e pescas e das ciências sociais e humanas comprova que nesta rede FCT a saúde humana surge como um objeto cujo processo de produção de conhecimento atravessa diferentes áreas disciplinares de diferentes domínios científicos. Desta forma, estas redes possibilitam a produção de conhecimento, encarando a saúde enquanto objeto disciplinar, mas também como um objeto de fronteira disciplinar e interdisciplinar, cuja perfuração das membranas disciplinares permite a produção de novo conhecimento através da exploração dos interstícios de diferentes disciplinas, posicionadas, muitas vezes, em diferentes domínios. Estas redes de projetos FCT geram oportunidades para a aproximação cognitivamente entre diferentes áreas disciplinares que tradicionalmente são encaradas como cientificamente distantes, isto é, geram proximidade relacional apesar da distância cognitiva.

Pelo exposto, considerando, no entanto, a limitação do reduzido número de projetos que indicam uma área científica secundária, o que limita esta análise das redes interdisciplinares, pode-se considerar que a produção do conhecimento dirigido à saúde humana revela como atributo um certo grau de interdisciplinaridade, aproxima-se, nesta característica, do Modo 2 de produção de conhecimento. A evidência de que a produção de conhecimento dirigido à saúde humana a partir de redes interdisciplinares abarca um leque de áreas que vão além dos mais evidentes domínios científicos das ciências da saúde, das ciências da natureza ou das ciências exatas, permite concluir que, considerando o conceito de conhecimento base, o conhecimento sobre a saúde humana produzido em rede interdisciplinar contempla o conhecimento base analítico (correspondente fundamentalmente aqueles três domínios científicos), mas abarca também nestas redes interdisciplinares formas de conhecimento sintético (em parte produzido pelas ciências de engenharia e tecnologia e pelas ciências de agricultura, silvicultura, pecuária e pescas) e formas de conhecimento simbólico (em parte desenvolvido pelas ciências sociais e humanas).

Uma análise que explore as relações homofílicas que se estabelecem dentro duma mesma comunidade, constituída pelas áreas científicas pertencentes ao mesmo domínio científico (Figura 15), e que explore as relações heterofílicas que se estabelecem entre comunidades

diferentes, pelo estabelecimento de relações entre áreas científicas pertencentes a domínios científicos diferentes, ajuda a traçar o perfil desta rede interdisciplinar.

Figura 15: Rede FCT (2004 – 2010) – comunidades relacionais por domínio científico (*out-degree*)⁸⁵



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

A exploração da estatística sobre a morfologia da rede de comunidades por domínio científico (Anexo – Quadro 9) revela uma surpresa quanto à composição da rede. O domínio científico que contribui com um maior número de áreas científica para esta rede interdisciplinar de produção de conhecimento de saúde humana é as ciências de engenharia e tecnologia. Surpreendentemente as ciências de saúde ocupam a segunda posição, ainda que a diferença seja mínima para aquele domínio científico. Igualmente surpreendente é o facto das ciências sociais e humanas surgirem como o terceiro domínio científico quanto ao número de áreas científicas envolvidas nesta rede interdisciplinar. As ciências naturais

⁸⁵ As 26 organizações isoladas não foram consideradas porque se trata de uma análise centrada nas relações.

surgem como o quarto domínio e, por último, surgem o domínio das ciências exatas e o domínio das ciências da agricultura, silvicultura, pecuária e pescas, que contribuem com 5 áreas científicas. Assim, esta análise mostra uma estrutura interna às comunidades muito fragmentada. A prova está o elevado número de áreas científicas isoladas, o que significa que estas não se relacionam com outras áreas científicas dentro do mesmo domínio, mas antes com áreas científicas de domínios diferentes. A exceção são as áreas científicas do domínio das ciências da saúde. Estas revelam uma tendência homofílica mais acentuada, gerando uma rede endogâmica que se estrutura num único componente conectado e apenas 3 áreas científicas isoladas.

O retrato do comportamento relacional das comunidades implica uma análise centrada nas ligações (Anexo – Quadro 10). A totalidade das ligações homofílicas da rede (internas a cada um dos domínios científicos) corresponde a 25% do total das relações da rede, pelo que a maioria das relações interdisciplinares fazem-se entre áreas científicas pertencentes a diferentes domínios científicos, originando redes exogâmicas. O domínio das ciências da saúde, por si só, agrega 70% dessas relações homofílicas e os restantes domínios em conjunto apenas contribuem com os restantes 30%. Assim, reforça-se a imagem de que é no domínio das ciências da saúde que existe maior pendor para a formação de redes endogâmicas. No entanto, esta tendência homofílica dilui-se quando observamos o volume total de relações que cada domínio estabelece. Do total de relações da rede interdisciplinar, 83,4% envolvem áreas científicas das ciências da saúde, pelo que as relações homofílicas nesta comunidade representam apenas 20,9% do total das relações do domínio das ciências da saúde. Tratando-se de redes de produção de conhecimento de saúde humana, as áreas científicas das ciências da saúde surgem, naturalmente, como as que estabelecem a ampla maioria das ligações interdisciplinares e, apesar da existência de relações homofílicas, na verdade a esmagadora maioria das relações são heterofílicas e originam uma rede tendencialmente exogâmica.

As áreas científicas do domínio das ciências exatas são as que revelam um perfil relacional mais heterofílico. Apenas 2,5% do total das relações internas e externas neste domínio são homofílicas. Do total de relações desta rede interdisciplinar, 18,9% fazem-se com áreas científicas das ciências exatas, o que a coloca na quarta posição enquanto o domínio com maior peso nas relações interdisciplinares de produção de conhecimento de saúde humana.

As ciências naturais também exibem um perfil relacional fortemente heterogâmico. Apenas 5,1% do total das relações (internas e externas) são homofílicas, acrescido do facto de 31,5% das relações interdisciplinares envolverem áreas científicas deste domínio.

O domínio das ciências de engenharia e tecnologia, agrega 30,7% do total das relações da rede interdisciplinar. É o segundo domínio quanto à tendência homofílica das relações (14,1% do total das relações internas e externas a este domínio), mas ainda assim, 42,9% dos vértices apenas se relacionam com áreas científicas pertencentes a outros domínios científicos.

As ciências sociais e humanas, apesar de incluírem 24 áreas científicas nesta rede interdisciplinar, apenas 8,2% das relações se fazem envolvendo áreas científicas deste domínio, conferindo-lhes um posicionamento mais periférico, sendo que 11,8% das relações deste domínio são endogâmicas.

Por último, as áreas do domínio das ciências da agricultura, silvicultura, pecuária e pescas têm uma presença muito residual nesta rede interdisciplinar o que faz com que apenas 4% das relações envolvem áreas científicas deste domínio. São também relações maioritariamente heterofílicas (apenas 4% das relações se fazem dentro da comunidade das áreas científicas pertencentes a este domínio).

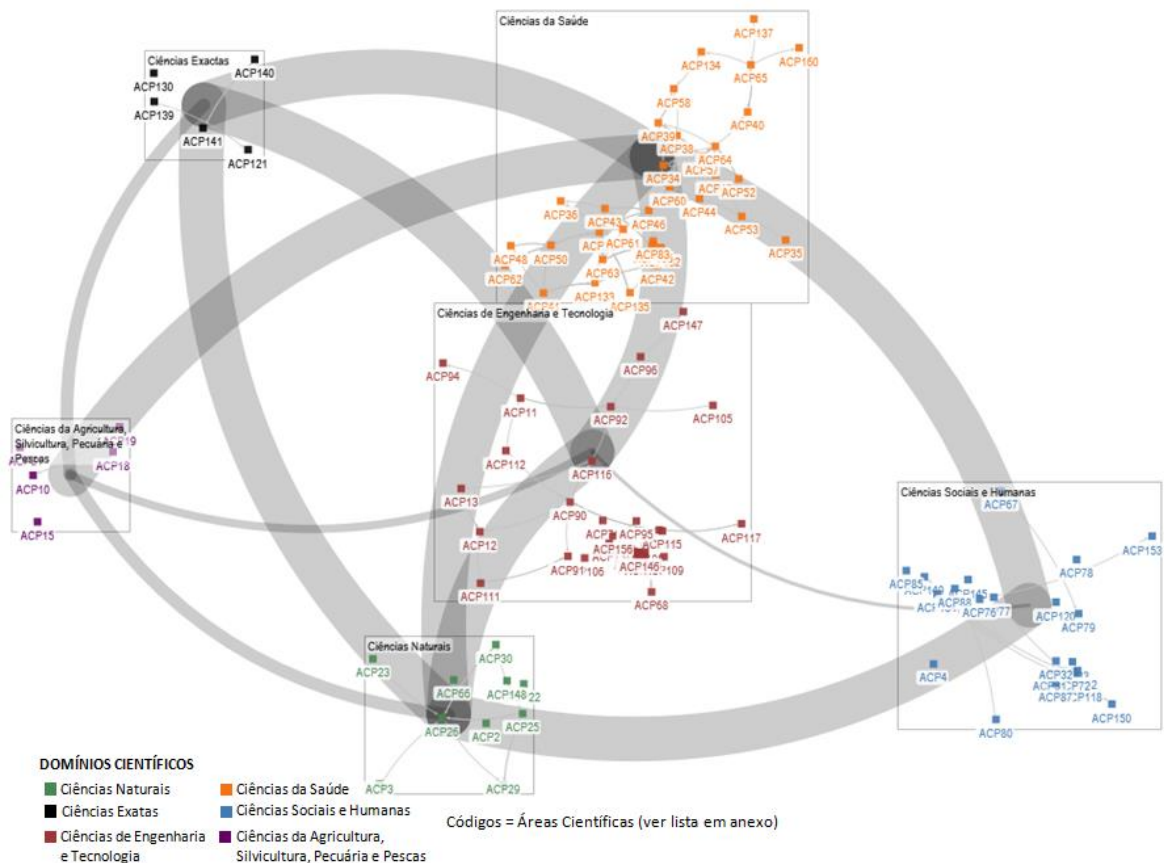
Assim, pode-se concluir que as relações interdisciplinares na produção de conhecimento de saúde humana exibem uma tendência heterofílica vincada, atravessando, maioritariamente, uma dupla fronteira: a fronteira disciplinar e a fronteira do domínio científico.

Demonstrada a importância das relações heterofílicas que conferem a esta rede interdisciplinar um cunho marcadamente exogâmico, importa explorar entre que domínios científicos se estabelecem as relações interdisciplinares (Figura 16 e Anexo - Quadro 11) e identificar as áreas científicas com maior intensidade relacional (Anexo - Quadro 12).

As áreas científicas do domínio das ciências da saúde estão presentes na esmagadora maioria das relações interdisciplinares desta rede (83,4%), conforme se demonstrou aquando da análise das relações das comunidades por domínio científico. A análise das relações combinadas externas (Anexo - Quadro 11) revela-nos que este domínio científico não só se relaciona com todos os restantes domínios científicos, como é aquele que estabelece maior intensidade relacional com todos esses domínios, o que lhe confere um papel estruturador desta rede interdisciplinar. A intensidade relacional mais forte faz-se com o domínio das ciências naturais (22,7% do total das ligações interdisciplinares), seguido de

perto pelas relações estabelecidas com o domínio das ciências das engenharias (21%). As relações com as ciências exatas correspondem a 11,8% do total das relações interdisciplinares, seguindo-se as relações com as ciências sociais (6,2%) e com as ciências da agricultura, silvicultura, pecuária e pescas (2,6%).

Figura 16: Rede FCT (2004-2010) – relações combinadas externas entre domínios científicos.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Os domínios das ciências naturais e o das ciências de engenharia e tecnologias também se relacionam com todos os restantes domínios científicos, mas, à exceção das relações intensas com o domínio das ciências da saúde, a intensidade relacional é consideravelmente inferior. Constituem-se como um segundo nível relacional nesta rede interdisciplinar de produção de conhecimento sobre a saúde humana.

Os domínios das ciências sociais e das ciências da agricultura, silvicultura, pecuária e pescas não só não se relacionam com todos os restantes domínios como são os que revelam a intensidade relacional mais baixa, constituindo-se como os domínios mais periféricos desta rede interdisciplinar de produção de conhecimento sobre saúde humana.

Os dados agora explorados reforçam a constatação da tendência exogâmica das redes disciplinares para a produção de conhecimento sobre a saúde humana. Este comportamento disciplinar exogâmico evidencia que, apesar dos processos de produção de conhecimento dirigidos à saúde humana se basearem fundamentalmente em conhecimento analítico (representado essencialmente pelas áreas científicas dos domínios das ciências da saúde, exatas e naturais), as formas de conhecimento sintético estão muito presentes (representadas pelas áreas científicas do domínio das ciências da engenharia e tecnologia e pelas do domínio das ciências da agronomia, silvicultura, pecuária e pescas) assim como estão envolvidas formas de conhecimento simbólico (representado pelas áreas científicas do domínio das ciências sociais e humanas), revelando que estas diferentes formas de conhecimento base interagem entre si para a produção do conhecimento em torno do objeto saúde humana.

Procurando desenvolver uma exploração mais fina, identificaram-se as áreas científicas com maior proximidade proporcionada pelo número de projetos que assinalam a existência de relações interdisciplinares. A hierarquização dos pares de relações interdisciplinares, atendendo à intensidade relacional entre as áreas disciplinares pode ser consultada no Anexo - Quadro 12. As restantes relações interdisciplinares que não constam do quadro correspondem a pares de relações interdisciplinares com valores iguais ou inferiores a duas ligações.

Enquanto área científica principal, a maior proximidade relacional estabelece-se entre as Neurociências e a Biologia Celular e Molecular e entre a Oncobiologia e Biologia do Desenvolvimento e a Biologia Celular e Molecular. As áreas científicas do domínio das ciências da saúde predominam, enquanto área científica principal, nesta lista dos pares interdisciplinares com maior proximidade relacional na produção de conhecimento sobre a saúde humana. Do lado das áreas científicas secundárias, a Biologia Celular e Molecular destaca-se claramente como a que granjeia maior intensidade relacional com um leque diversificado de áreas científicas, especialmente emanadas do domínio das ciências da saúde. Merecem ainda referências a farmacologia e ciências farmacêuticas como área científica secundária dos projetos de investigação de química e bioquímica.

Neste emparelhamento de áreas científicas com maior intensidade relacional, há um claro domínio das áreas científicas pertencentes aos domínios das ciências da saúde e das ciências naturais, com uma forte interdisciplinaridade entre as áreas destes dois domínios. No entanto, estão também presentes áreas científicas do domínio das ciências exatas

(química e bioquímica; matemática; física), do domínio das ciências de engenharia e tecnologia (ciência e engenharia dos materiais; engenharia eletrotécnica; engenharia mecânica; ciências e tecnologias do mar), do domínio das ciências sociais e humanas (ciências do desporto). Uma vez mais se demonstra que a interdisciplinaridade é uma das formas de produção de conhecimento sobre a saúde humana, envolvendo formas de conhecimento base maioritariamente analíticas, mas cuja presença de formas sintéticas e simbólicas são evidências de que estas também dão um contributo para a produção de conhecimento dirigido à saúde humana.

5.3.2. Trajetória cognitiva

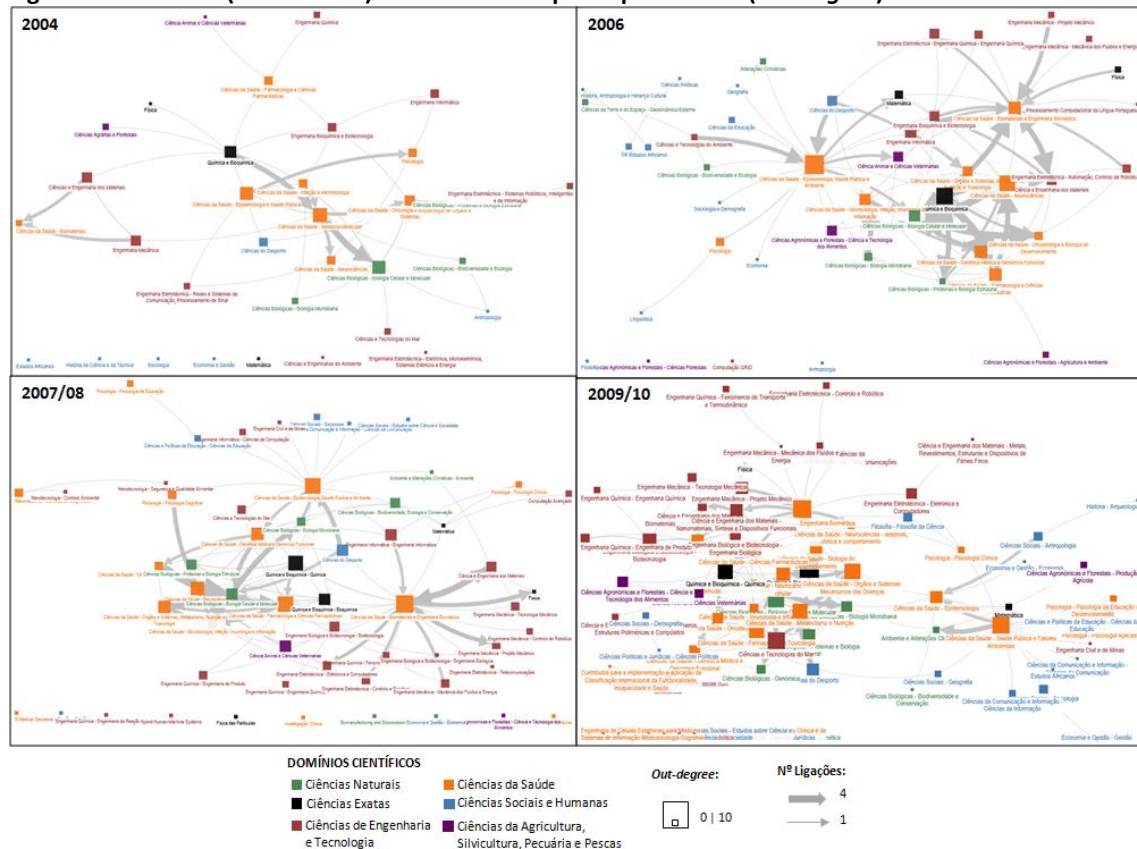
Com o objetivo de analisar a evolução da rede interdisciplinar de produção de conhecimento dirigido à saúde humana, os dados foram estruturados em redes parciais, delimitadas temporalmente por biénio. A estatística geral destas redes parciais esta representada pelo grafo da Figura 17 (e Anexo – Quadro 13).

Há uma evolução da composição da rede, no sentido de aumentar o número de áreas científicas envolvidas em processos interdisciplinares de produção de conhecimento sobre a saúde humana, assim como há um aumento do número total de ligações. Esta constatação revela uma tendência para que a abordagem à saúde humana, enquanto objeto de produção de conhecimento, alargue progressivamente as suas fronteiras a novas áreas de especialização científicas.

Por outro lado, estas redes estruturam-se invariavelmente em torno de um componente principal que reúne a esmagadora maioria das áreas científicas e das ligações. Ao longo do tempo, a rede interdisciplinar mantém uma estrutura hierárquica, a avaliar pelos valores de *in-degree* e *out-degree* (máximo, mínimo, média e mediana). Tal significa que há um conjunto mais reduzido de áreas científicas que revelam uma maior capacidade de estabelecer relações de interdisciplinaridade com um leque mais amplo de diferentes áreas científicas, seja como área científica principal (*out-degree*), seja como área científica secundária (*in-degree*) o que lhes confere um papel central na constelação interdisciplinar de produção de conhecimento dirigido à saúde humana. Se o domínio das ciências da saúde se evidencia ao longo dos biénios, também se observam áreas científicas de outros domínios a ocuparem posições de maior centralidade na rede interdisciplinar (Figura 17). Ao longo do tempo, as redes são tendencialmente exogâmicas. Isto é, observa-se a presença de uma variedade de áreas

científicas enquadradas em diferentes domínios científicos. Esta constatação reforça a ideia de que a saúde humana é um objeto interdisciplinar. A produção de conhecimento resulta do contributo de diferentes domínios científicos o que reforça a anterior constatação do envolvimento de formas de conhecimento base sintético e simbólico, para além do expectável envolvimento do conhecimento analítico.

Figura 17: Rede FCT (2004 – 2010) – rede interdisciplinar por biénios (*out-degree*)



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

A regularidade com que as áreas científicas estão envolvidas em processos interdisciplinares de produção de conhecimento dirigido à saúde humana é mais um indicador que permite identificar as principais áreas científicas nestes processos interdisciplinares, podendo ser interpretado como uma tendência de especialização do sistema científico nacional dirigido à saúde humana. As áreas científicas envolvidas em redes interdisciplinares de produção de conhecimento ao longo de mais que um biénio encontram-se identificadas no Anexo - Quadro 14, para o caso das áreas científicas principais, no Anexo - Quadro 15 para as áreas científicas secundárias e no Anexo - Quadro 16 atendendo à centralidade global por biénio.

As áreas científicas que revelam o trajeto mais longo e ininterrupto em projetos interdisciplinares de produção de conhecimento sobre saúde humana são oriundas dos domínios das ciências naturais (Biologia Celular e Molecular; Proteínas e Biologia Estrutural; Biologia Microbiana), do domínio das ciências sociais (Desporto) e do domínio das ciências da agricultura, silvicultura, pecuária e pescas (Ciência Animal e Ciências Veterinárias). Curiosamente, no domínio das ciências da saúde, não surge nenhuma das áreas de especialização com um trajeto tão longo, embora a sua presença seja muito significativa nesta análise da regularidade. De todos os domínios científicos chegam contributos regulares, a partir de diferentes áreas científicas, para a produção de conhecimento sobre a saúde humana, merecendo ainda destaque o contributo regular dado pelas áreas científicas do domínio das ciências de engenharia e tecnologia.

Desta forma se demonstra que esta interdisciplinaridade dentro e entre domínios científicos já tem um lastro em algumas das áreas científicas e que a participação de formas de conhecimento sintético nestes processos interdisciplinares não é recente ou pontual, mas exhibe um trajeto regular a par do trajeto das formas de conhecimento fundamentalmente analíticas.

5.4. Rede organizacional

A exploração das relações organizacionais estabelecidas no âmbito dos projetos aprovados ao abrigo dos programas de apoio ao sistema científico nacional, reunida na base de projetos FCT dirigidos à saúde humana, origina uma rede entre as organizações proponentes dos projetos e as participantes nos projetos abarcando o período compreendido entre 1999 e 2010. O Quadro 49 faz a síntese da estrutura da análise da rede organizacional.

Quadro 49: estrutura de análise da rede organizacional.

Metodologia	Objetivos de análise
Rede organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a composição das organizações envolvidas em projetos de I&D dirigidos à saúde humana; - Analisar as relações organizacionais (proximidade organizacional) que se estabelecem nestes projetos e traçar as fronteiras do espaço organizacional com competências evidenciadas na produção de conhecimento relacionado com a saúde humana; - Explorar a proximidade organizacional na produção e difusão do conhecimento, através da análise da estrutura e da centralidade desta rede organizacional.
Rede organizacional por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória organizacional neste sistema de incentivos ao I&D; - Identificar as organizações com um trajeto mais longo na rede; - Explorar a evolução da centralidade das organizações.

Fonte: elaboração própria.

5.4.1. Fronteiras organizacionais e proximidade organizacional

Como já se demonstrou no início deste capítulo, para o período em análise, de um total de 2022 projetos, 1049 (51,9%) são projetos desenvolvidos em rede entre organizações. Esta análise das redes interorganizacionais foca-se na exploração dos 1049 projetos em rede, que envolvem 626 organizações. Ainda assim, do universo total de organizações envolvidas nos 2022 projetos, apenas 28 (4,5% das organizações) ficam isoladas (Anexo – Quadro 17), isto é, nunca participam nos 1049 projetos desenvolvidos em rede interorganizacional. Estes indicadores demonstram que a esmagadora maioria das organizações envolvidas participa, pelo menos uma vez, em processos de produção de conhecimento em rede, sublinhando a importâncias das redes de cooperação enquanto estrutura apropriada ao desenvolvimento de processos de I&D para a saúde humana.

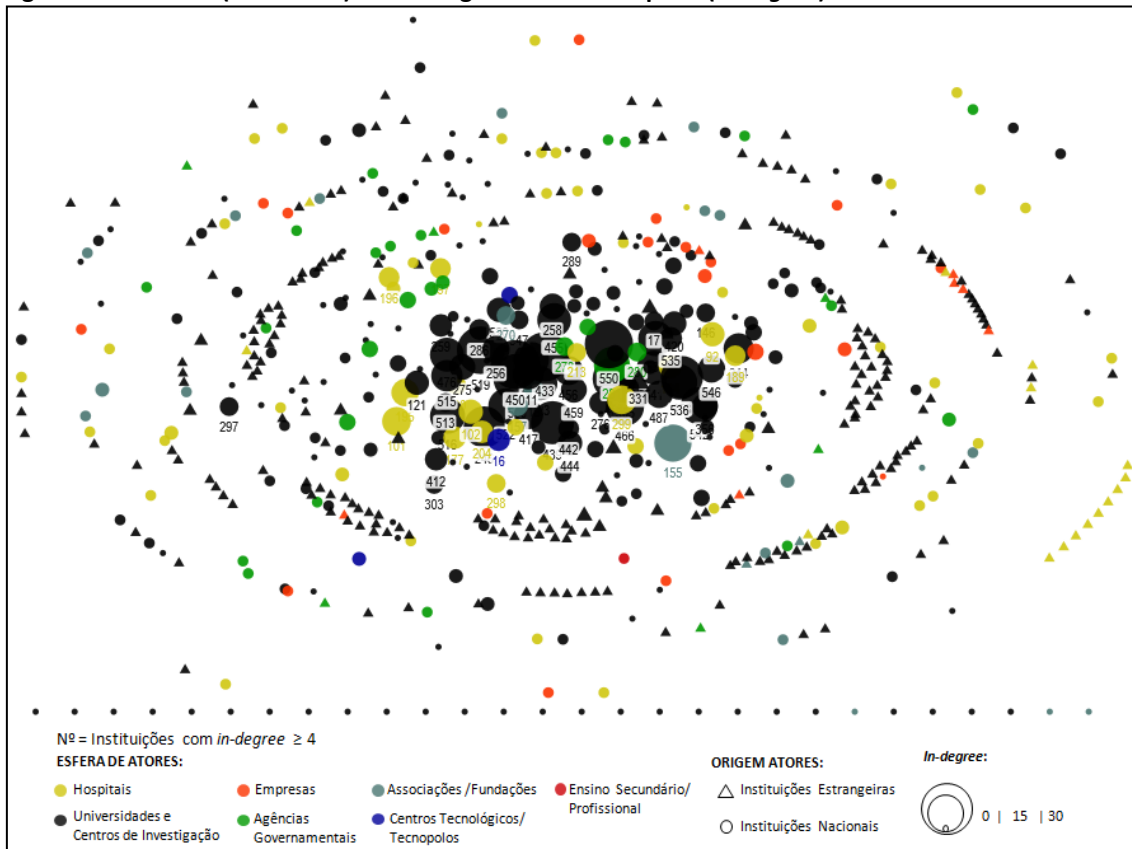
Os 1049 projetos em cooperação interorganizacional originam uma rede estruturada em torno de 6 componentes conectados, sendo que há ainda 28 atores isolados (Anexo – Quadro 17). Observa-se, no entanto, um componente claramente maior que reúne 580 organizações (92,7% do total de organizações) e 1743 ligações (99,3% do total de ligações) das quais 1058 são ligações únicas (98,8% do total de ligações únicas). Assim, esta é uma rede conectada essencialmente num componente principal, atendendo aos valores residuais dos componentes mais pequenos da rede e dado que as organizações isoladas não ultrapassam os 4,5% do total das organizações.

É possível fazer o percurso, pelo caminho mais curto entre as organizações conectadas mais afastadas da rede através de 7 saltos (diâmetro da rede), sendo a distância média de 3,5 saltos. Tal revela uma rede cuja proximidade relacional se encontra próximo do limite máximo em que é possível a transferência de informação/conhecimento, mas superior à ideia de *small-world*, que considera que é possível ligar qualquer nó à distância de 6 saltos. Estes indicadores apontam para a necessidade das organizações assumirem posições mais centrais para obterem maior benefício no acesso ao conhecimento.

A observação dos grafos das Figuras 18 e Anexo – Quadro 17 e 18 revelam um sistema relacional hierarquizado e concêntrico, povoado maioritariamente por organizações universitárias e centros de investigação (mais de 73% das organizações em rede). Acresce que estas correspondem a mais de 87% das organizações promotoras destes projetos, e quase 70% das organizações participantes. São as universidades e centros de investigação que estruturam a rede e que ocupam as posições mais centrais, quer no desempenho do

papel de proponentes, quer no de participantes dos projetos FCT dirigidos à saúde humana.

Figura 18: Rede FCT (1999-2010) – Rede organizacional completa (*in-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Ainda assim, as fronteiras organizacionais deste sistema de produção de conhecimento dirigido à saúde humana abarcam outras esferas institucionais. Do total de organizações, cerca de 27% não pertencem à esfera das universidades /centros de investigação, o que não deixa de se revelar um número considerável, atendendo ao facto de que esta rede se estrutura a partir dos incentivos à I&D dirigidos ao sistema científico nacional. Este grupo de atores assume, tendencialmente, o papel de participantes e uma posição mais periférica na rede. Deste grupo destacam-se as organizações da esfera hospitalar, o que demonstra que estes são um ator a considerar nos processos de produção de conhecimento dirigidos à saúde humana. As esferas de ação institucional do modelo de hélice tripla (universidades-estado-empresas) estão todas presentes, ainda que o número de organizações governamentais e empresariais envolvidas nestas redes FCT dirigidas à

saúde humana seja muito reduzido (apenas 5,3% e 4,6% do total dos atores em rede, respetivamente). Trata-se de uma evidência que demonstra que, para o período em análise, os projetos financiados pela FCT dirigidos à saúde humana ainda eram um veículo embrionário para promover a aproximação entre as organizações da esfera das universidades, governamental e empresarial. Se atendermos que também estão presentes organizações da esfera das associações/fundações (3,8% do total de organizações a rede), pode-se mesmo considerar que estão contempladas todas as esferas organizacionais do modelo de hélice quadrupla, apesar do predomínio das organizações universitárias. Esta composição organizacional propicia um ecossistema com alguma diversidade, mas o número reduzido de organizações não universitárias pode indiciar uma tendência para a criação de redes endogâmicas, sustentadas em relações homofílicas entre organizações da esfera universitária.

A baixa densidade da rede, tendo em conta o total de ligações possíveis, indica que se trata de uma rede esparsa. Do total de ligações estabelecidas (1756), a maioria são ligações únicas (61%). Ainda assim, 39% das ligações são duplicadas o que indicia uma intensidade das ligações interorganizacionais desigual, o que se refletirá numa maior proximidade relacional entre algumas das organizações da rede. A análise das relações interorganizacionais revela, precisamente, uma maior proximidade relacional entre determinados pares de organizações (Anexo - Quadro 19), conferindo-lhe um carácter seletivo.

Atendendo a que estamos perante uma rede esparsa, seletiva e hierárquica, a posição das organizações na rede não é indiferente. Os indicadores de proximidade local sustentam esta estrutura hierárquica da rede. O valor máximo de *out-degree* é 49, a média é de 2,1 e a mediana é 0 (Anexo - Quadro 17). Em conjunto, estas três medidas revelam que existe um pequeno grupo de organizações que granjeia elevada diversidade relacional e ocupa uma posição central graças ao desempenho do papel de promotores destes projetos. Por outro lado, existe um grande grupo de organizações com um *out-degree* baixo ou nulo e, conseqüentemente, essas organizações ocupam posições mais periféricas pelo facto de nunca desempenharem ou desempenharem poucas vezes o papel de proponentes destes projetos FCT em rede interorganizacional. Aliás, o valor da mediana comprova que, para o período em análise, o número de organizações que nunca desempenham o papel de proponentes deste tipo de projetos de I&D é bastante superior ao grupo das organizações que desempenham esta função. Apenas 27,6% das organizações desempenharam, pelo menos uma vez, o papel

de proponentes destes projetos de I&D em rede interorganizacional (Anexo - Quadro 18), o que ajuda a entender a estrutura hierárquica da rede, centrada num conjunto de organizações com elevada capacidade relacional com um leque diversificado de organizações, assim como o caráter seletivo no desempenho da função de proponentes.

Pelo exposto, a capacidade de gerar ligações com um leque diversificado de organizações é um sinal revelador da capacidade de liderança e, conseqüentemente, das competências (capacidade de estruturar um projeto de I&D que mereça aprovação) e do prestígio da organização (capacidade para reunir os parceiros necessários ao projeto), assim como da capacidade de gerar proximidade organizacional e, conseqüentemente, do papel central que a organização desempenha na produção de conhecimento dirigido à saúde humana.

A exploração mais detalhada das organizações desta rede, em função do desempenho do papel de proponentes, revela que existem 173 organizações que desempenham este papel. Destas, 18,5% apenas estabelece relação com um parceiro organizacional, 20,2% estabelece relações com dois parceiros organizacionais, 9,2% estabelece relações com 3 parceiros diferentes e 9,8% fazem-no com 4 parceiros organizacionais diferentes. Tal significa que, ao longo desta década em análise, a grande maioria das organizações que desempenham o papel de proponentes (57,7%) revela uma capacidade relacional interorganizacional não superior a 4. Se a este indicador associarmos o facto de que 72,4% das organizações presentes nesta rede nunca desempenham o papel de proponentes de projetos em rede, verifica-se que apenas uma pequena parte das organizações revelam grande capacidade relacional interorganizacional granjeada a partir do desempenho do papel de proponente. O desempenho desta função e a capacidade de mobilizar parceiros organizacionais em torno de projetos de I&D coordenados por uma determinada organização pode ser interpretado como um sinal de reconhecimento, por parte dos pares e de organizações terceiras oriundas de outras esferas de ação, da capacidade, das competências, da liderança e da qualidade da organização proponente. Daí que apenas um grupo mais restrito de organizações revelam grande capacidade de reunir um leque numeroso de diferentes parceiros organizacionais. São estas organizações que ocupam uma posição mais central na rede, que assume um caráter seletivo.

As organizações com maior centralidade local, isto é, com maior capacidade de gerar proximidade organizacional com um leque de organizações diferentes no desempenho da função de proponente dos projetos de I&D financiados pela FCT dirigidos à saúde humana,

estão identificadas no Anexo - Quadro 20. A organização com *out-degree* mais elevado é o Instituto Superior Técnico (IST/UTL) de onde emanam 49 ligações para diferentes organizações, o que significa que, nesta rede composta por 626 organizações, 4,6% das ligações únicas partem desta organização. Em termos de diversidade relacional, esta é a organização mais forte enquanto promotora de projetos de I&D financiados pela FCT e dirigidos à saúde humana e a que revela maior capacidade de criar proximidade organizacional com diferentes organizações. Merecem também referência, pela elevada capacidade de gerar proximidade relacional com um elevado número de organizações, o IBMC, o CNCB, o INEB e a Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa.

Em termos de variedade de esferas institucionais a que pertencem as organizações com maior centralidade local no desempenho do papel de proponentes, a grande maioria pertence à esfera das universidades / centros de investigação. Ainda assim, porque são uma exceção à regra, merecem referência as 23 organizações não universitárias (11 hospitais, 5 associações / fundações, 3 organizações da esfera das agências governamentais, 2 empresas, 1 centro tecnológico / tecnopolo e 1 escola profissional) que desempenham a função de proponente (Anexo - Quadro 21). Estas organizações não universitárias internalizaram competências de investigação de base e/ou aplicada na sua estrutura organizativa que lhes permite serem elegíveis para os projetos FCT.

Centrando a análise nas organizações que desempenham o papel de participantes, ao invés do que se observava com o *out-degree*, o valor da mediana do *in-degree* já corresponde a 1 (Anexo – Quadro 17), pelo que a grande maioria das organizações desta rede desempenhou, pelo menos uma vez, o papel de participante. Apenas 16,7% das organizações nunca desempenhou este papel nestes projetos em rede. Ao longo desta década em análise, das 521 organizações (86,2% do total de organizações da rede) que desempenham este papel pelo menos uma vez, 53,4% revela uma capacidade de gerar proximidade organizacional não superior a 4 organizações diferentes no desempenho das funções de participantes. Também no desempenho deste papel apenas uma pequena parte das organizações revelam grande capacidade de criar proximidade com um grande número de organizações. São indicadores que reforçam a evidência de que estamos perante uma rede hierárquica, centrada num grupo de organizações com grande centralidade local obtida, neste caso, pela capacidade de participarem num número considerável de projetos promovidos por um leque diversificado de organizações proponentes. Este grupo de organizações de elevada centralidade local

constituem-se como atores centrais desta rede interorganizacional do sistema nacional de I&D dirigido à saúde humana, a somar ao grupo de atores centrais anteriormente identificados pelo desempenho do papel de proponentes.

As organizações com maior capacidade de gerar proximidade com um maior número de organizações pelo desempenho da função de participantes nestes projetos, estão hierarquizadas de forma decrescente no Anexo – Quadro 22. As organizações participantes que recebem maior número de ligações de diferentes organizações proponentes são as Universidades de Aveiro e a de Coimbra (30 ligações únicas), logo seguidas pelo Instituto Superior Técnico e pela Universidade do Minho (29 ligações únicas) e pela Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (28 ligações única). Assim, as organizações com maior centralidade local na rede, quer no desempenho do papel de proponentes, quer no desempenho do papel de participantes, são organizações da esfera das universidades / centros de investigação, o que reforça a evidência de que são os atores desta esfera de ação que estruturam esta rede FCT dirigida à saúde humana.

A maioria das organizações que não pertence à esfera universitária envolve-se nesta rede pelo desempenho do papel de participante. No total são 159 as organizações não universitárias que participam nestas redes de produção de conhecimento pela via do desempenho do papel de participantes (30,5% do total das organizações participantes). As que granjeiam maior centralidade local estão identificadas no Anexo – Quadro 23.

A grande maioria destas organizações não universitárias (71,5%) apenas se relaciona com uma organização proponente durante todo o período temporal em análise. Daí que o seu posicionamento seja tendencialmente periférico. Ainda assim emergem organizações como a Fundação Calouste Gulbenkian, o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, o Centro Hospitalar do Porto, ou o Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil que conquistam uma maior centralidade local na rede. Nesta rede merce ainda realce o facto de as organizações da esfera empresarial, para além de serem um grupo pouco representado, assumirem uma posição muito periférica na rede. A empresa que granjeia maior centralidade local é a ALFAMA, com uma capacidade relacional revelada pelo desempenho do papel de participante nestes projetos em rede com 3 organizações diferentes. Esta baixa proximidade relacional revelada às organizações da esfera empresarial representa, à luz do *modo 3* de produção do conhecimento, um entrave à translação do conhecimento para esta esfera de ação. É um claro sinal de que, neste

período temporal, este sistema de incentivos ao I&D ainda evidenciava dificuldades na translação do conhecimento para a esfera empresarial.

Nesta rede relacional existem organizações que desempenham os dois papéis, isto é, ora surgem como proponentes nuns projetos, ora surgem como participantes noutros projetos.

No total, são 96 as organizações ambivalentes (15,3% do total das organizações da rede), isto é, que desempenham os papéis de proponentes e de participantes durante o período em análise (Anexo – Quadro 24). Estas revelam capacidade de estabelecer proximidade interorganizacional pelo desempenho de ambos os papéis, reforçando, por esta via, a sua centralidade nestes processos de produção de conhecimento em rede. A maioria das organizações que revela grande capacidade relacional interorganizacional no desempenho do papel de proponente também exhibe grande capacidade relacional interorganizacional no desempenho do papel de participante. Este grupo com uma dupla capacidade relacional elevada ganha particular centralidade neste sistema organizacional de produção de conhecimento dirigido à saúde humana. Uma vez mais, a grande maioria das organizações com maior capacidade relacional ambivalente são universidades ou centros de investigação.

Em conjunto, os indicadores de *out-degree* e *in-degree* atestam uma estrutura geral da rede hierarquizada, centrada num grupo de organizações com grande capacidade de criarem proximidade organizacional com um número considerável de organizações diferentes.

Quanto aos indicadores de centralidade global (Anexo – Quadro 25), o facto dos valores de *closeness centrality* serem muito baixos é demonstrativo de que estamos perante uma rede esparsa. Por outro lado, a grande diferença entre o valor máximo e mínimo do *betweenness centrality* e o valor 0 da mediana são a demonstração duma estrutura hierarquizada.

Numa análise individualizada das organizações com maior centralidade global (Anexo – Quadro 26), verifica-se que as organizações anteriormente identificadas como sendo as que revelam maior centralidade local são, tendencialmente, as que se posicionam mais centralmente face à globalidade dos atores da rede. Esta dupla centralidade (local e global) na rede organizacional assumida por este grupo de atores vinca a estrutura hierárquica e sublinha que, para o período em análise, estas são as principais organizações desta rede organizacional de produção de conhecimento dirigido à saúde humana. Assim, na rede, existe um grupo de atores centrais, constituído essencialmente por organizações pertencentes à esfera das universidades /centros de investigação, emergindo, pontualmente organizações de outras esferas de ação. Merece particular relevo o facto das organizações da

esfera empresarial nunca ocuparem uma posição de centralidade global significativa, o que reforça a constatação que esta evidencia uma presença mais periférica nesta rede organizacional de projetos FCT dirigida à saúde humana. Esta evidência em nada favorece o processo de translação do conhecimento da esfera universitária para a esfera empresarial.

Das 167 organizações não universitárias presentes nesta rede, apenas 44 (26,3%) revelam alguma centralidade global na rede ao posicionarem-se no trajeto mais curto de ligação entre as organizações da rede, normalmente com valores pouco significativos quanto ao número de trajetos que por elas passam (Anexo – Quadro 27). Esta constatação reforça a evidência de que estas organizações não universitárias são remetidas para posições tendencialmente periféricas nesta rede FCT. As exceções são a Fundação Calouste Gulbenkian, o Instituto Ricardo Jorge e a Cruz Vermelha Portuguesa.

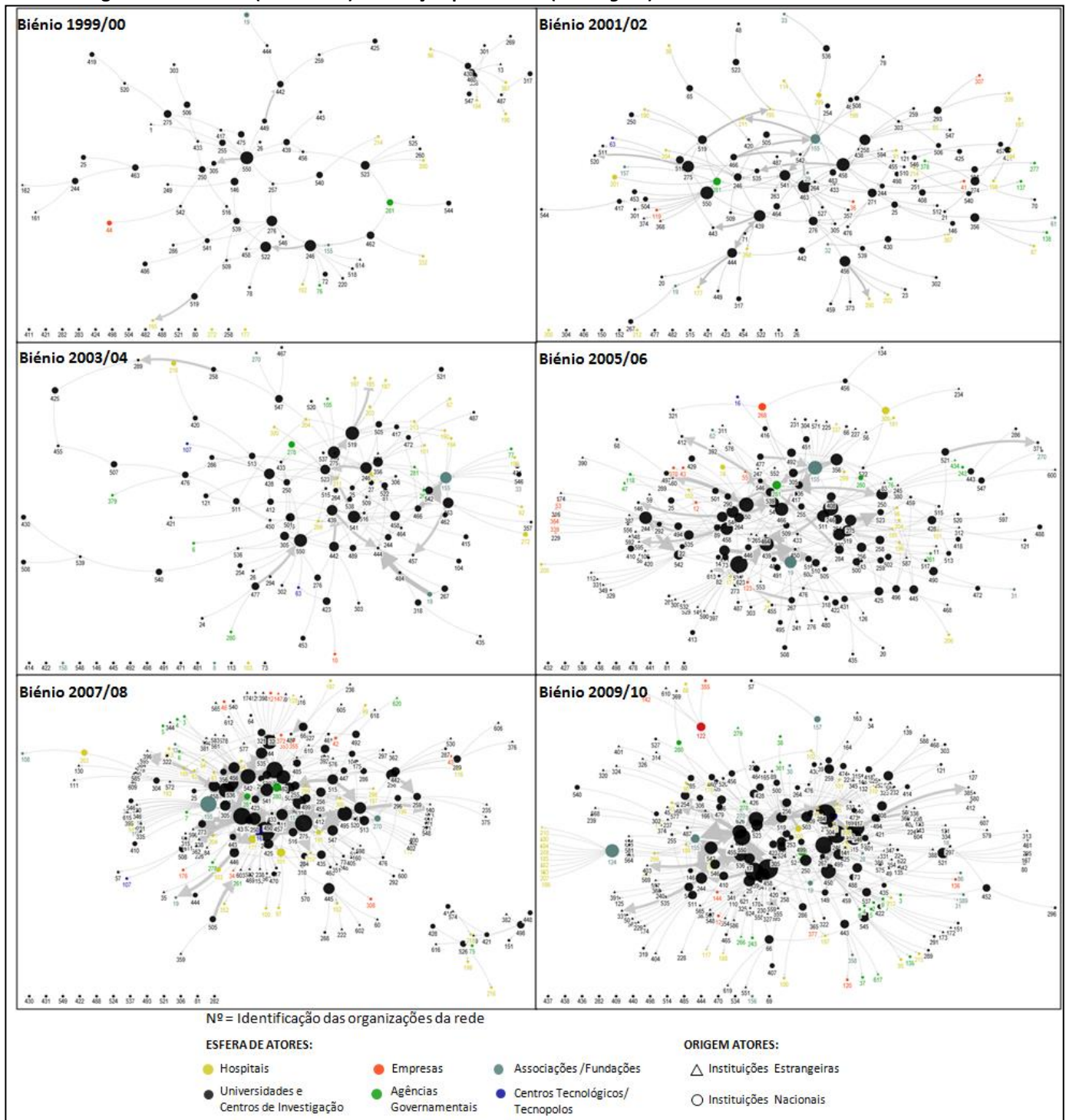
Em síntese, estes projetos FCT dirigidos à saúde humana originam um sistema organizacional conectado por uma rede esparsa e hierárquica, povoada maioritariamente por organizações da esfera das universidades / centros de investigação e centrada nas organizações desta esfera com maior centralidade local e global. Ainda assim, é possível demonstrar que existem outras esferas de ação organizacional envolvidas neste sistema de produção de conhecimento dirigido à saúde humana, destacando-se neste grupo, as organizações da esfera hospitalar. O baixo efetivo das organizações da esfera empresarial e a sua localização periférica na rede demonstram que, para o período em análise, este sistema de incentivos, por si só, raramente possibilita a translação do conhecimento para as organizações empresariais e o seu conseqüente desenvolvimento para a produção de serviços, processos e produtos inovadores.

5.4.2. Trajetória organizacional

A divisão da rede completa em redes parciais por biénios permite uma análise longitudinal da dinâmica organizacional da rede para o período em análise (1999-2010) (Figura 19 e Anexo - Quadro 28).

Ao longo dos biénios observa-se uma tendência para o aumento do número de organizações envolvidas em projetos de I&D dirigidos à saúde humana financiados pela FCT. Ao longo de sensivelmente uma década, o número de organizações que se envolvem neste tipo de projetos em rede dirigidos à saúde humana subiu de 91 para 308.

Figura 19: Rede FCT (1999-2010) – Evolução por biénios (*out-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Por outro lado, confirma-se que, ao longo do tempo, estes processos de produção de conhecimento em rede são realizados essencialmente por universidades e centros de investigação, como se demonstra pela contagem do efetivo organizacional por esfera de

ação (Anexo – Quadro 28). No entanto, estão sempre presentes organizações pertencentes a esferas não universitárias. Nestes casos, verifica-se uma tendência para estas aumentarem a sua presença ao longo do período em análise (de 16 organizações não universitárias em 1999/2000, passam a 74 no biénio 2009/2010), constatando-se uma evolução, ainda que tímida, no sentido do reforço do número e diversidade de organizações que constituem o enxame organizacional destas redes ao longo dos biénios. A segunda esfera institucional mais representada ao longo dos biénios é, invariavelmente, a esfera hospitalar. Pode ser interpretado como uma evidência de que estas redes já incorporam uma certa preocupação com a investigação-translação do tipo *from bench to bedside* e *from bedside to bench*, procurando aproximar a investigação de base com a aplicação nos locais de prática clínica. Pela negativa, merece referência a baixa participação, ao longo de todos os biénios, de organizações da esfera das empresas. É mais uma evidência do papel insipiente destas redes de I&D financiadas pela FCT na translação do conhecimento entre as esferas universitária e empresarial.

A exploração dos resultados das métricas gerais da rede (Anexo - Quadro 29) permite observar mais algumas mudanças ao longo dos biénios em análise. Em termos das ligações interorganizacionais, o número de ligações únicas, assim como o de duplicadas e, conseqüentemente o total de ligações, tendem a aumentar, o que indicia uma tendência para o reforço dos processos de produção de conhecimento em rede. Outro sinal deste reforço resulta da evidência de que, apesar do aumento considerável do número de atores da rede, o número de organizações isoladas, isto é, que em cada biénio nunca desenvolvem projetos de I&D para a saúde humana apoiados em redes de cooperação interorganizacional, é sempre muito reduzido e com tendência para diminuir o seu peso face ao total de atores por biénio (reduz constantemente ao longo do período em análise de 15,2% do total de organizações em 1999/00 para 4,5% em 2009/10, havendo apenas um ligeiro aumento de 0,8% em 2003/04 face ao biénio anterior). Assim, conjugando a redução do peso das organizações isoladas com o aumento do número de ligações únicas ao longo dos biénios, pode-se concluir que a produção de conhecimento no âmbito destes projetos FCT para a saúde humana se sustenta, crescentemente, em redes colaborativas interorganizacionais.

Ao longo dos biénios a estrutura da rede organiza-se sempre em torno de um componente conectado principal que reúne a maioria das organizações e das ligações da rede, repartindo-se as restantes organizações por um reduzido número de componentes conectados

secundários e por um pequeno grupo de organizações isoladas (Figura 19 e Anexo - Quadro 29). Tal significa que existe conectividade entre as principais organizações da rede envolvidas em projetos de I&D para a saúde humana. Ao longo dos biénios a rede hierarquiza-se em torno de um núcleo de organizações com elevada centralidade local e global às quais se ligam as organizações mais periféricas. Esta estrutura hierárquica, do tipo centro-periferia, repete-se ao longo dos biénios. A sublinhar esta evidência está o facto de a maioria das organizações, ao longo dos biénios, nunca se posicionarem no trajeto de ligação entre os diferentes atores da rede (valor 0 da mediana do *betweenness centrality*).

Quanto aos papéis desempenhados pelas organizações ao longo dos biénios, o papel de proponente deste tipo de projetos está sempre reservado a um grupo reduzido de organizações (a mediana do *out-degree* é sempre 0) ao passo que o desempenho do papel de participante já é mais vulgar (a mediana do *in-degree* é sempre 1). Tal significa que o carácter seletivo que a rede exhibe se repete ao longo do tempo.

Outra tendência observada ao longo do tempo é a do reforço do número de ligações das organizações mais centrais, seja no desempenho do papel de proponente (o *out-degree* máximo sobe progressivamente de 9 no biénio 1999/00 para 24 em 2009/10), seja no desempenho do papel de participante (sobe progressivamente de 4 para 15 durante este mesmo período de tempo). É mais uma constatação que reforça a imagem hierárquica desta rede e levanta a hipótese de que uma posição central na rede reforça a reputação da organização que, por sua vez, reforça ainda mais a sua centralidade nesta rede. A confirmação desta hipótese necessita de uma análise mais detalhada, no sentido de identificar as organizações mais centrais em cada biénio, assim como a frequência com que participam nestas redes ao longo dos biénios em análise (Anexo Quadros 30 e 31).

Em síntese, por um lado, há uma evolução da rede de I&D para a saúde humana no sentido de aumentar o enxame de organizações envolvidas e o número de ligações interorganizacionais, que atestam uma dupla tendência: o aumento do número de organizações envolvidas na produção de conhecimento dirigido à saúde humana e o aumento destes processos sustentados em redes interorganizacionais. Por outro lado, ao longo do tempo observa-se uma estrutura hierárquica da rede, acentuando-se a centralidade local de algumas organizações pelo aumento da capacidade revelada para se relacionarem com diferentes organizações pelo desempenho das funções de proponente ou participantes nestes projetos de I&D. Este é um sinal de que são estas as organizações

com mais competências e maior reputação na produção de conhecimento dirigido à saúde humana, daí a sua maior capacidade relacional interorganizacional, convertendo-se em organizações-chave do sistema nacional de produção de conhecimento dirigido à saúde humana. Estas organizações que, ao longo dos biénios, assumem maior centralidade no desempenho das funções de proponentes (Anexo – Quadro 30), nas funções de participantes (Anexo – Quadro 31) e ainda as organizações que assumem maior centralidade global (Anexo – Quadro 32) estão identificadas nos respetivos quadros.

Ao longo dos biénios, as organizações que ocupam um lugar de maior centralidade local, seja no desempenho do papel de promotores (Anexo – Quadro 30), seja no desempenho do papel de participantes (Anexo – Quadro 31), pertencem invariavelmente à esfera institucional das universidades/centros de investigação. A única exceção é, mais uma vez, a Fundação Calouste Gulbenkian que entre 2003 e 2008 se posiciona no grupo das 5 organizações com maior centralidade local no desempenho da função de proponente e que entre 1999 e 2004 ocupa igualmente esta posição, mas no desempenho da função de participante.

Outra tendência observada é o aumento, ao longo dos biénios, do número de diferentes organizações com quem se relacionam os atores organizacionais com maior centralidade local. No desempenho do papel de proponente, no biénio 1999/00 a organização que grajeia maior centralidade é o Instituto Superior Técnico, relacionando-se com 9 organizações diferentes, sendo que este valor vai aumentando ao ponto de no biénio 2009/10 o Instituto Nacional de Engenharia Biomédica, que granjeia maior centralidade local, relacionar-se com 24 organizações diferentes. A mesma tendência verifica-se na centralidade obtida pelo desempenho do papel de participante (evolui de um valor máximo de 4 ligações para um valor máximo de 15 ligações). É um claro sinal de reforço da centralidade dos atores-chave desta rede ao longo do tempo, evidente pela capacidade de estender relações a um leque mais amplo de diferentes organizações e, por esta via, reforçando a sua posição de centralidade relacional.

Ao focarmos a análise nas organizações com maior centralidade local (Anexo – Quadro 30 e 31), é possível identificar algumas que marcam uma presença repetida entre o grupo das cinco organizações com maior centralidade por biénio. No desempenho das funções de proponentes tal ocorre com o IST e com o IBMC, presente em 5 biénios, bem como com INEB e o CNBC, presentes em 4 biénios, a FCG em 3 biénios ou ainda a FFUL presente em 2

biénios. No desempenho do papel de participante surge novamente o IST, bem como a FMUP e a Universidade de Aveiro presentes em 4 biénios; seguem-se, mais uma vez a FCG, à qual se junta o CNCB e a Universidade do Minho presentes em 3 biénios; por último, surge, mais uma vez, o IBMC, assim como a FFUL, a FFCUL e a Universidade de Coimbra presentes em 2 biénios.

Observa-se um comportamento idêntico ao analisar a centralidade global (Anexo – Quadro 32). Há organizações que, ao longo dos biénios, se posicionam frequentemente no trajeto de ligação entre um maior número de organizações da rede, granjeando assim uma posição de elevada centralidade global. O IST destaca-se ao surgir em 5 biénios no grupo das cinco organizações com maior centralidade global. Seguem-se o IBMC e o CNCB que, em 4 biénios, figuram entre este restrito grupo de organizações com maior centralidade local. Por último, o INETI, a FFUL, o INEB e o IMM surgem, em 2 biénios, entre este grupo das organizações com maior centralidade global.

Em síntese, este grupo de organizações, ao granjearem frequentemente uma elevada centralidade local e/ou global, reforçam a sua posição de atores-chave nos processos de produção e translação de conhecimento dirigido à saúde humana nesta rede FCT.

Independentemente da se posicionarem entre as organizações proponentes ou participantes com maior e repetida centralidade em cada biénio, a presença regular de determinadas organizações nestas redes é outro indicador a considerar, dado que a presença frequente nestas redes significa um envolvimento regular ou mesmo contínuo nos processos de produção e difusão do conhecimento dirigido à saúde humana. As organizações que mais frequentemente desempenham o papel de proponentes destes projetos (Anexo – Quadro 33), pertencem fundamentalmente à esfera institucional das universidades/centros de investigação. As únicas exceções são a FCG, o INSA e a AIBILI.

Durante o período de tempo analisado, de um total de 173 organizações que desempenham o papel de proponentes destes projetos de I&D em rede dirigidos à saúde humana, apenas 14 (8,1%) o fazem em todos os biénios analisados e outras 14 organizações fazem-no em 5 dos 6 biénios. Há ainda 12 organizações (6,9%) que o fazem em 4 biénios e 18 (10,4%) que o fazem em 3 biénios. Isto é, apenas 33,5% das organizações proponentes desempenha este papel durante, pelo menos, metade do período temporal analisado. As restantes organizações não o fazem em mais do que dois biénios. Este indicador demonstra que o desempenho do papel de proponente, para além

de estar restringido a um número reduzido de organizações proponentes (27,5% do universo de 626 organizações), destas, apenas um grupo restrito é capaz de desempenhar esta função com uma certa regularidade.

Assim, a capacidade de desempenhar regularmente esta função de proponente é um elemento de diferenciação positiva para essas organizações. Possibilita a participação regular nestes processos de produção e translação do conhecimento dirigido à saúde humana. É ainda uma evidência do prestígio e do reconhecimento, por parte dos pares, das competências e capacidades instaladas nestas organizações, no que diz respeito ao desenvolvimento de processos de I&D dirigidos à saúde humana. Estas organizações-chave do sistema nacional de produção de conhecimento científico dirigido à saúde humana e o respetivo número de organizações com quem se relacionam diretamente estão identificadas no Anexo – Quadro 33.

Por outro lado, as organizações com maior centralidade local na rede por biénio e que desempenham o papel de proponentes com maior frequência tendem a reforçar, de biénio para biénio, o número de ligações com um maior número de organizações, como nos é revelado pela tendência de aumento do *out-degree* ao longo dos biénios. Trata-se de um claro sinal de que estas organizações aumentam a sua reputação e com isso demonstram capacidade para envolver um maior número de organizações nos projetos por elas promovidos. Trata-se de uma evidência que sustenta a hipótese já apresentada anteriormente de que, uma vez adquirida uma posição central na rede, daqui resulta um reforço da reputação destas organizações que, por sua vez, reforça ainda mais a sua centralidade na rede. O IBMC, o IST, o INEB, o CNCB, o FFCUL e o IHMT, apenas para referir organizações que desempenham o papel de proponentes ao longo dos seis biénios em análise, são exemplos de organizações com este tipo de comportamento.

Centrando a análise na frequência do desempenho do papel de participante nestes projetos de I&D dirigidos à saúde humana (Anexo – Quadro 34), apesar da função de participante ser mais vulgar do que a de proponente (das 626 organizações 83,2% desempenha pelo menos uma vez o papel de participante), ainda assim, a maior regularidade no desempenho desta função está reservada a um grupo restrito. Das 521 organizações que desempenham esta função apenas 18 (3,5%) o fazem em todos os biénios analisados, 16 (3,1%) participam em cinco biénios, 20 (3,8%) em quatro biénios e 23 (4,4%) em três dos seis biénios analisados. Isto é, apenas 14,8% das organizações

participantes desempenha este papel em, pelo menos, metade dos biénios analisados. Se o desempenho do papel de participante permite o envolvimento na rede de muitas organizações que, de outra forma, não participariam na produção em rede de conhecimento dirigido à saúde humana, também é evidente que só um pequeno grupo revela capacidade para marcar uma presença regular nestas redes, assumindo-se assim como atores-chave neste processo de produção de I&D dirigido à saúde humana (identificadas no Anexo – Quadro 34).

Atendendo às esferas institucionais envolvidas, apesar do predomínio das organizações pertencentes à esfera das universidades/centros de investigação, observa-se uma participação mais frequente de organizações oriundas de outras esferas. São os casos do HSJ, do IPO-Lisboa, do CHP, do HUC, do IPO-Porto, do HGSA, do HSM, do HDF, do CHUC, do HDE, do HPPF, do IPO-Coimbra e do HDESPD na esfera institucional dos hospitais. Na esfera das fundações a FCG, a AIBILI, o IT e a APDP têm uma participação frequente nestes projetos de I&D de saúde humana. Na esfera das agências governamentais surgem com maior frequência o INSA, o INRB ou a ARS-LVT. Na esfera das empresas, apenas a ALFAMA participa com maior regularidade, reforçando a constatação do fraco envolvimento de empresas, demonstrando-se agora que o seu envolvimento é também pontual e intermitente, isto é, não existe continuidade na participação das poucas organizações empresarias envolvidas nestes projetos FCT dirigidos à saúde humana.

O maior grupo, quanto à frequência nesta rede ao longo dos biénios, é constituído, mais uma vez, por organizações da esfera das universidades. Além do mais, a maioria das organizações desta esfera institucional que mais frequentemente desempenham o papel de proponentes, também integram este grupo das organizações que mais frequentemente desempenham o papel de participantes. A título de exemplo, o IBMC, o IST o CNCB a FFCUL, o IBET e o INSA, que surgem como proponentes de projetos em todos os biénios analisados, também desempenham o papel de participantes de projetos em todos os biénios. O INEB, o IHMT a FMUP, o IPATIMUP e o ICET que também surgem como proponentes em todos os biénios, desempenham, por outro lado, o papel de participantes em 5 dos 6 biénios analisados. Esta constatação vem reforçar a imagem de uma rede centrada num grupo de organizações que, para além de exibirem uma elevada centralidade local e global, têm um envolvimento regular, quer no desempenho do papel de proponente, quer ainda no desempenho do papel de participante, nestes projetos de

I&D dirigidos à saúde humana financiados pela FCT, o que reforça a sua posição de atores-chave no ecossistema para a produção de conhecimento dirigido à saúde humana.

Neste grupo de participantes com maior frequência nos processos de I&D em rede surgem algumas organizações internacionais como o *Massachusetts Institute of Technology*, do *Helmholtz Centre for Infection Research*, e da *University of Minnesota Medical School*.

Em síntese, a presença regular nestas redes de I&D pode ser interpretada como um sinal de reconhecimento e prestígio assim como da existência de competências especializadas e complementares, internalizadas nessas organizações, que são necessárias ao desenvolvimento dos projetos de I&D dirigidos à saúde humana. Assim, estas organizações com maior frequência e centralidade configuram-se como os atores-chave do sistema nacional de produção de conhecimento científico dirigido à saúde humana e, por esta via, atores centrais do ecossistema nacional de inovação para a saúde humana.

5.5. Rede institucional

A pertença a uma mesma esfera institucional de ação representa uma forma de proximidade institucional entre as organizações. Cada uma das esferas institucionais de ação em que se enquadram as organizações (universidades/centros de investigação, empresas, agencias governamentais, hospitais, associações/fundações, tecnopolos) tem uma certa proximidade comum, nomeadamente quanto aos objetivos que persegue, à racionalidade que estrutura a sua ação, aos comportamentos que adotam e às normas gerais de atuação, aproximando, em termos institucionais, as organizações nela contidas, independentemente do país onde se localizam. Isto é, cada esfera institucional de ação tem uma cultura própria. Daí que a pertença a uma mesma esfera institucional possa ser interpretada como uma forma de proximidade institucional. O Quadro 50 faz a síntese da estrutura da análise das comunidades institucionais.

Com esta análise centrada nas relações estabelecidas entre as organizações de acordo com a esfera institucional a que pertencem avalia-se a tendência homofílica ou heterofílica das relações, originando redes endogâmicas ou exogâmicas. As redes endogâmicas – entre organizações pertencentes à mesma esfera institucional de ação – significam relações sustentadas numa forte proximidade institucional. As redes exogâmicas – envolvendo organizações pertencentes a diferentes esferas institucionais de ação – significam relações que admitem um certo grau de diversidade institucional.

Quadro 50: estrutura de análise das comunidades institucionais.

Metodologia	Objetivos de Análise
Comunidades institucionais	<ul style="list-style-type: none">- Caracterizar cada uma das esferas institucionais desta rede;- Analisar a proximidade/distância institucional proporcionada por esta rede;- Explorar as relações homofílicas e heterofílicas que se estabelecem e a consequente tendência para a formação de redes endogâmicas ou exogâmicas.
Subgrafos de relações adjacentes	<ul style="list-style-type: none">- Demonstrar a tendência de criação de ligações homofílicas ou heterofílicas das organizações com maior centralidade na rede, evidenciando a tendência para a formação de redes endogâmicas ou heterogâmicas.
Comunidades institucionais por biénios	<ul style="list-style-type: none">- Reconstruir a trajetória das relações entre as diferentes esferas institucionais de ação;- Identificar a dinâmica temporal de criação de ligações endogâmicas e exogâmicas.

Fonte: elaboração própria.

5.5.1. Fronteiras institucionais e proximidade institucional

A diversidade relacional institucional é explorada a partir da análise da rede organizacional estruturada em comunidades relacionais atendendo à esfera institucional de ação a que pertencem (universidades/centros de investigação; hospitais; agências governamentais; associações/fundações; centros tecnológicos/tecnopolos; ensino secundários/profissional). Atendendo a que o valor da modularidade resultante da estruturação em comunidades relacionais segundo a esfera institucional de ação das organizações é 0,15 (muito inferior aos 0,3 necessários para haver significância), conclui-se que a pertença à mesma esfera institucional de ação não é o fator que explica o estabelecimento das relações interorganizacionais nesta rede FCT dirigida à saúde humana.

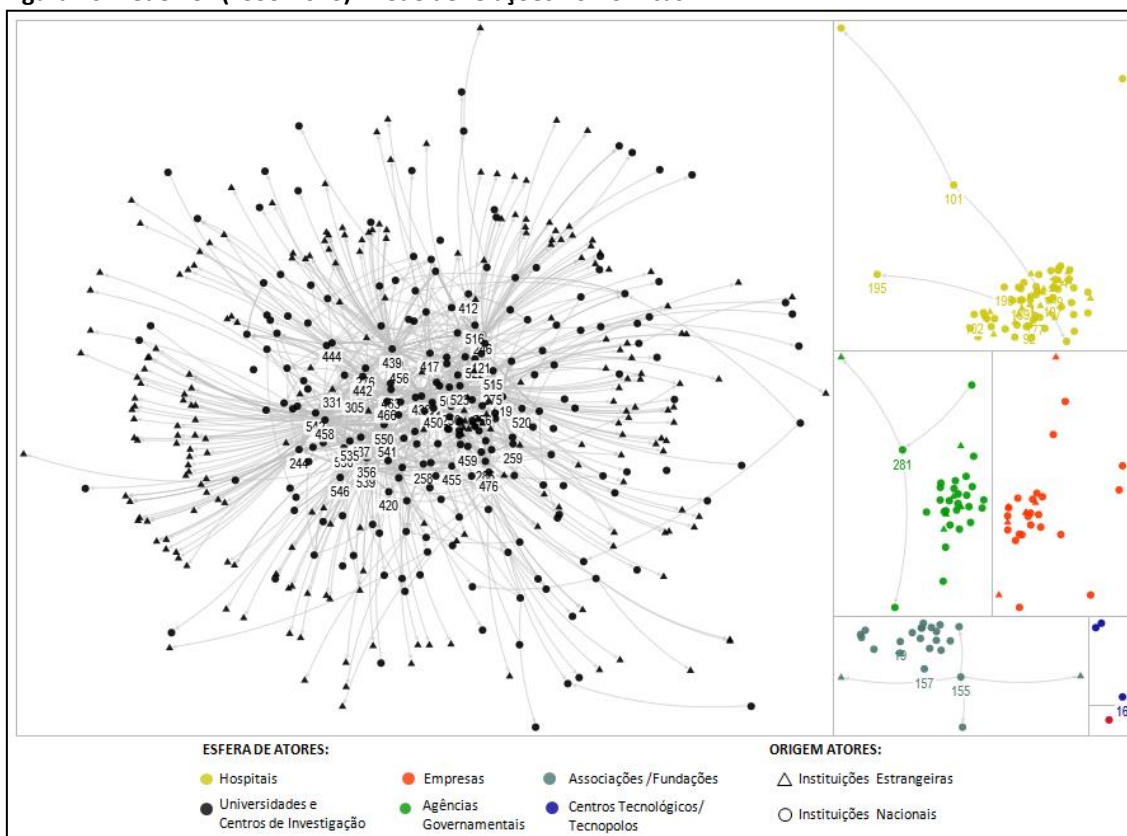
Uma análise mais detalhada aos resultados estatísticos das relações por esfera de ação sobressai que mais de 71% do total das relações interorganizacionais são homofílicas, isto é, ocorrem entre organizações pertencentes à mesma esfera de ação. Isto significa que apenas 28,8% das relações se fazem com um *alter* pertencente a uma esfera de ação diferente (Anexo – Quadro 35).

As organizações pertencentes à esfera das universidades / centros de investigação são as que evidenciam um comportamento relacional mais homofílico, gerando uma rede endogâmica que reúne 68,7% das ligações únicas da rede, 73,6% das relações duplicadas e 70,6% da totalidade das relações da rede. Isto é, a quase totalidade das relações homofílicas ocorrem entre organizações desta esfera de ação. Além do mais, estas relações homofílicas relacionam 95,6% das organizações desta esfera institucional, deixando isoladas apenas 4,4% das organizações pertencentes à esfera das universidades / centros de investigação que nunca se relacionam com organizações pertencente à mesma esfera institucional, relacionando-se apenas com esferas institucionais diferentes (Anexo – Quadro 35).

Estes valores atestam que esta rede cria proximidade organizacional essencialmente entre organizações pertencentes ao sistema institucional das universidades / centros de investigação que revelam um perfil relacional fortemente homofílico nestes projetos FCT para a saúde humana desenvolvidos em rede. O facto da larga maioria das organizações pertencerem à esfera das universidades/centros de investigação (72,6%) ajuda a compreender o comportamento homofílico deste grupo. Por outro lado, convém ter sempre presente que esta é uma rede desenvolvida a partir de programas de apoio ao sistema científico nacional, que não impede a participação de atores externos ao sistema científico nacional, mas restringe o desempenho do papel de proponente exclusivamente às organizações deste sistema científico, o que ajuda a compreender esta tendência para um comportamento endogâmico entre os atores da esfera universitária. No entanto, atendendo ao pressuposto teórico de que o processo de translação de conhecimento implica a participação no seu processo de produção, como forma de absorver o conhecimento e internalizá-lo nas organizações, esta rede não se estrutura de forma muito favorável à translação de conhecimento para as organizações não pertencentes à esfera universitária. Aliás, a este forte pendor homofílico das relações das organizações da esfera das universidades, há que somar as evidências já apresentadas sobre a posição tendencialmente periférica ocupada pelos atores não universitários na rede, o que resulta em dificuldades acrescidas para as organizações destas esferas de ação no processo de translação e internalização do conhecimento produzido nestas redes.

Ainda assim, 27,4% das organizações em rede não pertencem à esfera institucional das universidades/centros de investigação, o que confere um certo grau de diversidade institucional a esta rede FCT para a saúde humana, proporcionando algumas oportunidades para a criação de relações heterofílicas geradoras de um certo grau de exogamia nas redes. As organizações que não pertencem à esfera universitária revelam um perfil relacional essencialmente heterofílico, contribuindo para a geração de redes exogâmicas. A esmagadora maioria das organizações destas esferas de ação não estabelecem ligações endogâmicas nestes projetos e isso é demonstrado pelo facto de ficarem maioritariamente isoladas nesta análise de comunidades por esfera de ação (Figura 20 e Anexo – Quadro 35). Estas relacionam-se preferencialmente com a esfera institucional das universidades/centros de investigação. De um total de 506 relações exogâmicas, 469 (92,7%) fazem-se com as organizações da esfera das universidades/centros de investigação. As relações exogâmicas que excluem a esfera das universidades/centros de investigação são meramente residuais.

Figura 20: Rede FCT (1999-2010) – rede de relações homofílicas⁸⁶.

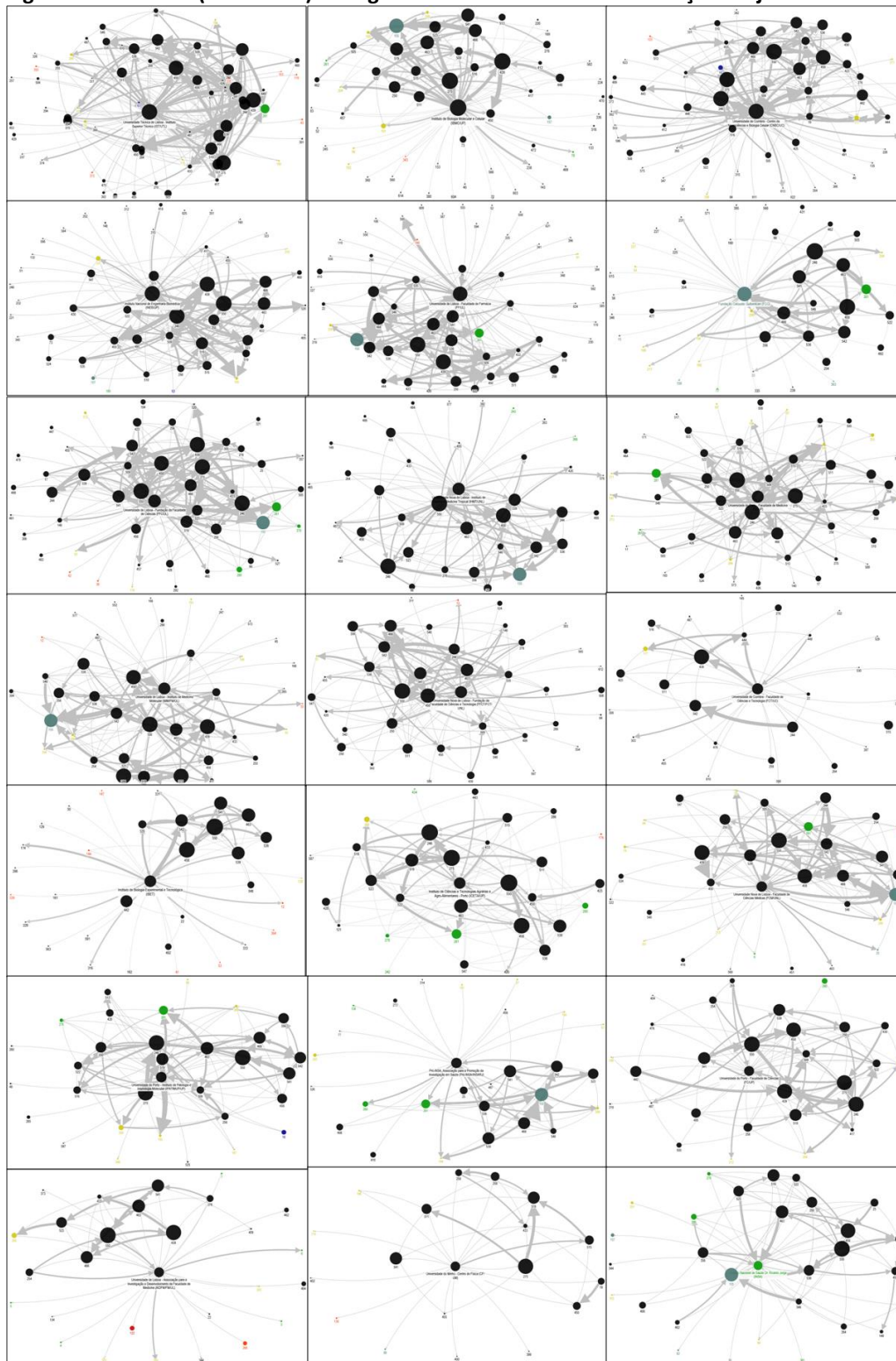


Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

A análise das relações adjacentes das organizações com maior out-degree contribui para visualizar a proximidade institucional proporcionada por estas redes FCT dirigidas à saúde humana (Figura 22). É evidente que este tipo de redes aproxima as organizações da esfera das universidades/centros de investigação, privilegiando as relações homofílicas. Ainda assim, geram-se ligações heterofílicas, mas as restantes esferas de ação, apesar de presentes, assumem tendencialmente uma posição periférica na rede. Assim, no âmbito destes projetos, apesar de se formarem redes exogâmicas em torno das organizações com maior centralidade (Figura 21) o número de ligações heterofílicas é de tal forma reduzido, dificultando a aproximação entre as diversas esferas institucionais de ação e, consequentemente, reduzindo o potencial de translação de conhecimento entre elas.

⁸⁶ As 28 organizações isoladas não foram consideradas porque se trata de uma análise centrada nas relações.

Figura 21: Rede FCT (1999-2010) – subgrafos com maior número de relações adjacentes.



ESFERA DE ATORES:

- Hospitais
- Empresas
- Associações / Fundações
- Ensino Secundário ou profissional
- Universidades e Centros de Investigação
- Agências Governamentais
- Centros Tecnológicos/ Tecnopolos

ORIGEM ATORES:

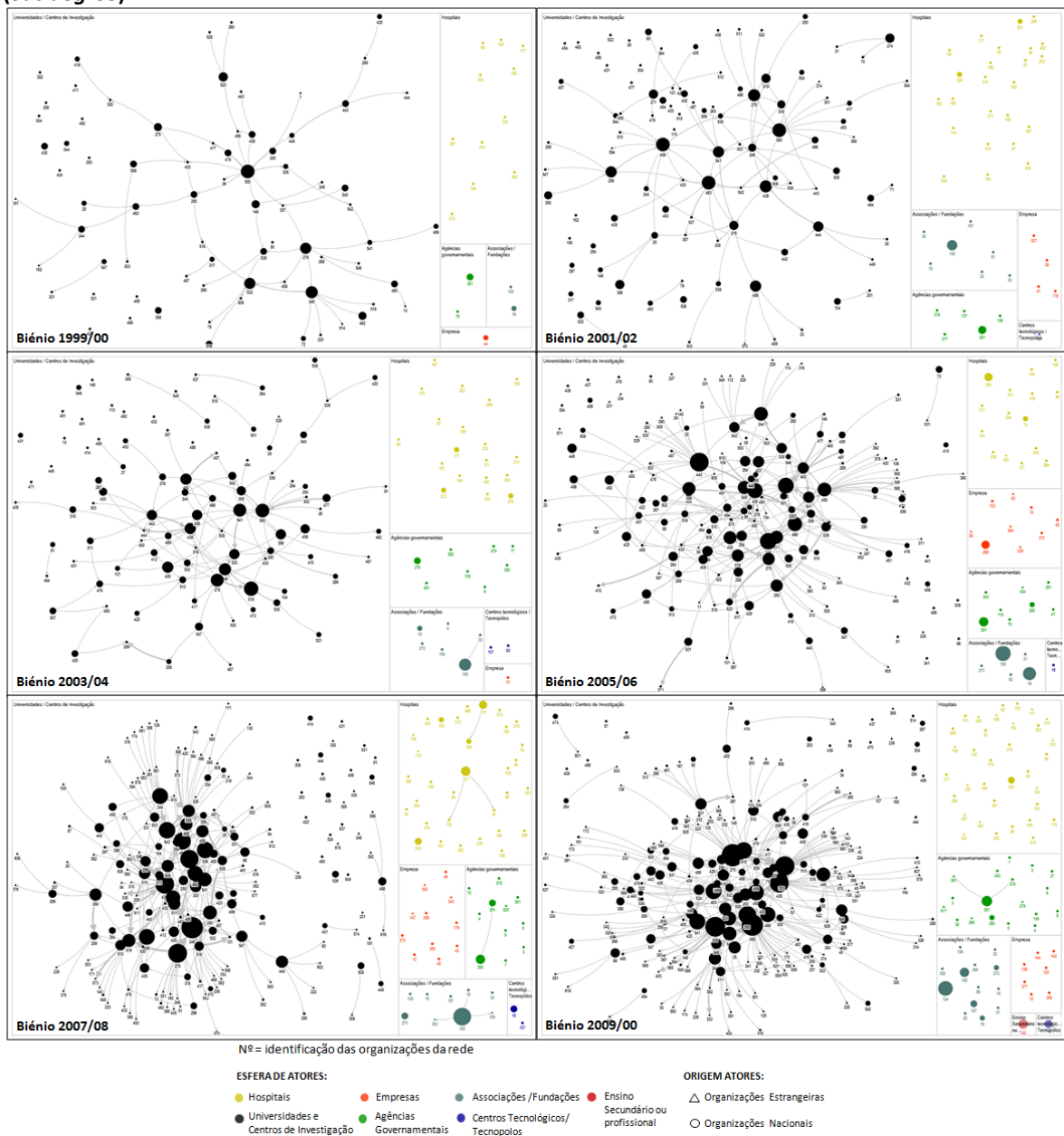
- △ Organizações Estrangeiras
- Organizações Nacionais

Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

5.5.2. Trajetória institucional

A trajetória institucional confirma a tendência para o estabelecimento, ao longo de todo o período em análise, de relações preferencialmente homofílicas. Ainda que se possa observar um crescimento do número de organizações de outras esferas institucionais, o seu peso no total de organizações por biénio é sempre semelhante. Ao longo do tempo, os hospitais são, invariavelmente, a segunda esfera institucional mais presente nestas redes (Anexo – Quadro 37 e Figura 22).

Figura 22: Rede FCT (1999-2010) – evolução por biénios das comunidades segundo a esfera institucional (out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Relativamente às ligações (Anexo – Quadro 38), evidencia-se que são as relações dentro da esfera institucional das universidades as que mais contribuem para o carácter homofílico da rede ao longo do período em análise, sendo insignificantes as ligações desta natureza entre atores pertencentes às restantes esferas. Quanto às relações heterofílicas, sobressaem, ao longo do período em análise, as ligações entre as esferas institucionais da universidade e dos hospitais, seguidas pelas ligações entre as universidades e as fundações e entre as universidades e as agências governamentais.

Assim, pode-se concluir que esta rede proporciona poucas oportunidades para a fertilização cruzada de conhecimento provenientes de diferentes contextos institucionais, assim como não é particularmente favorável à translação do conhecimento entre as organizações da esfera institucional das universidades/centros de investigação e as organizações das restantes esferas institucionais.

5.6. Rede geográfica

A partir da localização das organizações envolvidas nestes projetos de I&D dirigidos à saúde humana financiados pela FCT é possível explorar a amarração ao território destas redes, assim como as diferentes escalas territoriais de proximidade relacional – local, regional, nacional e internacional – (Quadro 51).

Quadro 51: estrutura de análise da rede geográfica.

Metodologia	Objetivos de análise
Rede geográfica	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar a estrutura geral da rede geográfica, identificando os diferentes níveis de centralidade granjeada pelos diferentes lugares envolvidos; - Revelar as diferentes escalas geográficas das relações nesta rede (local, regional, nacional e internacional); - Identificar a composição organizacional e institucional de cada lugar, isto é, de cada nó da rede geográfica.
Rede geográfica por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória geográfica da rede; - Identificar os lugares com um trajeto mais longo na rede; - Explorar a evolução da centralidade dos lugares.
Rede de conhecimento por lugares	<ul style="list-style-type: none"> - caracterizar o conhecimento base que sustenta estas redes em cada concelho; - Explorar a centralidade dos lugares em função do número de áreas científicas em que exibem competências; - Identificar as áreas científicas cujas capacidades se distribuem por um leque mais amplo de lugares; - Analisar a especialização dos lugares em torno de determinadas áreas científicas.
Rede de conhecimento por lugares por biénio	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória dos lugares quanto ao conhecimento base; - Identificar os lugares com um trajeto mais longo e diversificado quanto ao conhecimento base.

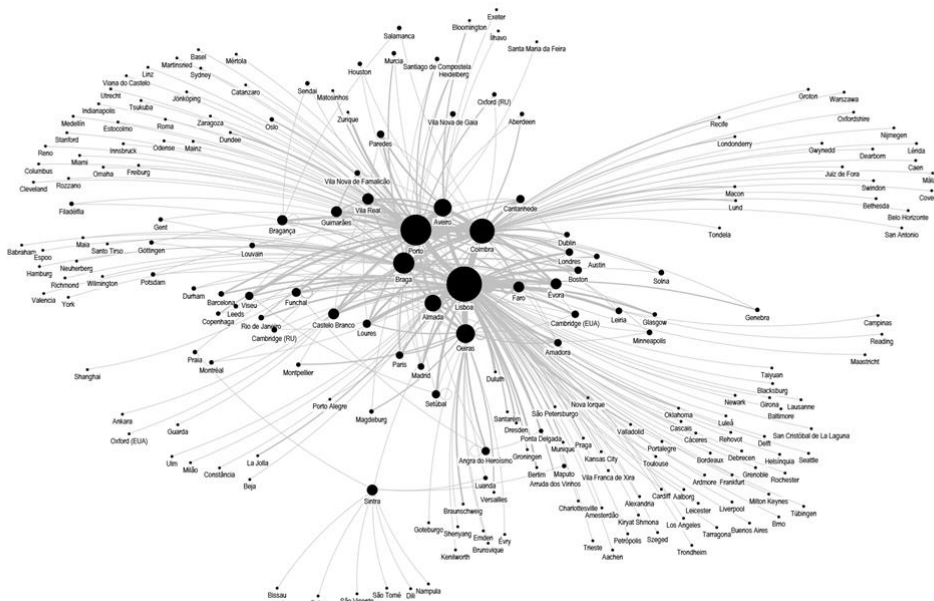
Fonte: elaboração própria.

5.6.1. Centralidade dos lugares

A partir da localização das organizações e das respetivas ligações estabelecidas ao abrigo dos projetos FCT dirigidos à saúde humana elaborou-se uma análise centrada no território. Os vértices da rede correspondem a cada concelho onde se localizam as organizações e as relações correspondem ao somatório de ligações interorganizacionais entre cada concelho. As relações foram classificadas atendendo às escalas geográficas envolvidas: a escala local (distância tempo $\leq 45'$); a escala regional (distância tempo entre $\geq 45'$ e $\leq 120'$), a escala nacional (distância tempo $\geq 120'$ mas dentro das fronteiras de Portugal) e a escala internacional (todas as ligações que ultrapassam as fronteiras nacionais).

Pretende-se assim explorar as diferentes escalas geográficas entre as quais se estabelecem ligações no âmbito desta rede FCT dirigidas à saúde humana. O resultado gráfico é expresso pela Figura 23.

Figura 23: Rede FCT (1999-2010) – Rede de relações entre lugares.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

A rede territorial é composta por 207 localizações diferentes (42 concelhos portugueses e 165 estrangeiros) que estabelecem 1756 relações, das quais 256 são relações únicas e 1500 são relações duplicadas (Anexo - Quadro 39). Por um lado, do total de 1756 ligações, 639 ocorrem dentro do próprio concelho, o que significa que 36,4% das relações ocorrem dentro de uma escala de grande proximidade territorial (intraconcelhia) e as restantes

estabelecem-se a maior distância territorial. O facto de mais de um terço das ligações se estabelecerem à escala intraconcelhia é revelador do papel desempenhado pela proximidade geográfica para a criação de redes de cooperação no âmbito dos projetos FCT dirigidos à saúde humana.

Por outro lado, esta rede territorial estrutura-se em torno de um único componente e não se observam vértices isolados, o que significa que todos os territórios onde se localizam organizações envolvidas em projetos FCT dirigidos à saúde humana estão conectados, a uma distância máxima de 4 saltos e a uma distância média de 2,6 saltos (abaixo do limiar de *small world*, que prevê que todos estamos conectados a uma distância máxima de 6 saltos). Isto significa que, na globalidade da rede, é possível gerar proximidade relacional, apesar da maior distância territorial a que ocorrem cerca de dois terços das relações.

A avaliar pelos valores gerais do *in* e *out-degree* e pelo *betweenness centrality*, esta é uma rede geográfica hierarquizada. Um pequeno grupo de concelhos assume uma posição de elevada centralidade local (a mediana do *in-degree* é 1 e do *out-degree* é 0) e global na rede (a mediana do *betweenness centrality* é 0), e as restantes localizações são remetidas para a periferia desta rede (Anexo – Quadro 39).

Como já havíamos constatado, todos os projetos são coordenados a partir de organizações localizadas em Portugal, por imposição das condições de financiamento definidas pela FCT. Daí que se observem valores de *out-degree* apenas para concelhos de Portugueses. No entanto, nem todos têm organizações que desempenham este papel de proponentes dos projetos FCT dirigidos à saúde humana. Em 42, apenas 25 concelhos possuem organizações com capacidade revelada para desempenhar essa função de proponente (Anexo – Quadro 40), o que reforça o carácter territorialmente hierárquico da rede.

A elevada centralidade local nesta rede territorial é pautada pela capacidade de gerar proximidade relacional com um leque de lugares diferentes, liderada claramente por Lisboa (estabelece relações com 97 concelhos diferentes), pelo Porto (75 ligações diferentes) e por Coimbra (48). Nesta hierarquia dos lugares relacionais mais centrais, seguem-se de Braga (35), Oeiras (25), Aveiro (21) e Almada (18). Com uma centralidade adjacente ainda mais reduzida surgem Sintra (10), Guimarães (9), Castelo Branco (7), Faro (7), Vila Real (7), Bragança (6), Viseu (6), Évora (5) e Loures (5). Os restantes 9 lugares que detêm organizações com capacidade revelada no desempenho do papel de proponentes granjeiam uma capacidade relacional inferior a 4 (Anexo – Quadro 40).

O desempenho do papel de participante nestes projetos (Anexo – Quadro 41) revela um comportamento territorialmente mais inclusivo, integrando mais territórios nesta rede de I&D. Dos 42 lugares portugueses envolvidos nesta rede, apenas dois (Sintra e Santa Maria da Feira) nunca participam nesta rede pelo desempenho do papel de participante. Todos os restantes desempenham, pelo menos uma vez, esse papel, entrando agora também todas as localizações fora de Portugal. Ainda assim, mantêm-se as primeiras posições de maior centralidade territorial adjacente, com Lisboa a liderar (20 ligações a diferentes concelhos), seguido do Porto (15), Coimbra (12), Braga (11) e Aveiro (11). As localizações estrangeiras com maior capacidade relacional com diferentes territórios nacionais no desempenho do papel de participante são Boston, Londres e Paris, às quais se seguem Cambridge (EUA) e Madrid.

A maioria dos nós de amarração cria proximidade relacional apenas com 2 lugares (28 concelhos) ou apenas com um (145 concelhos).

A exploração da centralidade global desta rede territorial (Anexo – Quadro 42) sublinha o padrão hierárquico que se tem vindo a demonstrar ao longo desta análise. Lisboa e Porto afirmam-se como os lugares mais centrais. Num segundo nível emerge Coimbra e Braga. Segue-se um terceiro nível de centralidade composto por Oeiras, Sintra, Aveiro e Almada. No quarto nível emergem um conjunto de cidades médias (Castelo Branco, Leiria, Faro, Funchal, Bragança, Vila Real, Guimarães). No último nível surgem um conjunto de cidades médias (neste patamar de centralidade a exceção é Cantanhede, que sendo uma cidade de pequena dimensão, atinge este patamar de centralidade).

Em síntese, estamos perante uma rede geográfica conectada, hierarquizada e centrada em Lisboa, Porto e Coimbra.

5.6.2. A escala local

Dirigindo a análise para as diferentes escalas geográficas através das quais se estabelecem estas ligações, as relações à escala local são as que ocorrem dentro de uma distância tempo $\leq 45'$, isto é, a uma escala de grande proximidade geográfica. Esta escala local reúne um número muito significativo de relações. Do total de ligações da rede 44,8% ocorrem à escala local, sendo que 36,3% são mesmo à escala intraconcelhia (Figura 24 e Quadro 52). Tal significa que, nesta rede FCT, a proximidade geográfica é importante para a criação de proximidade relacional.

É em torno de Lisboa que se agrega a maior densidade de relações à escala local. Este território relacional de proximidade local é constituído por Lisboa, Almada, Oeiras, Loures, Setúbal, Amadora, Cascais, Sintra e Vila Franca de Xira. Em conjunto, as ligações locais destes concelhos correspondem a 26,9% do total de ligações da rede geográfica e a 50,9% do total de ligações com ancoragem nestes 9 concelhos. O concelho de Lisboa polariza claramente as ligações locais, que representam 48,4% do total de ligação com amarração nestes concelhos. As ligações de muita proximidade geográfica, isto é, intraconcelhias, correspondem a 37,4% das ligações com amarração nestes lugares. Só as ligações intraconcelhias de Lisboa correspondem a 36,4% do total de ligações com amarração neste território de proximidade local, sendo aquele que revela maior capacidade de criação de redes de muita proximidade geográfica. Ainda assim, as ligações interconcelhias à escala local pesam 13,6% no total de ligações com ancoragem neste território. Mais uma vez, Lisboa destaca-se, com 12,1%, estabelecendo particular intensidade relacional à escala local com Almada, Oeiras e Loures.

O segundo polo com maior capacidade de criação de redes locais é polarizado pelo Porto. Este território relacional de proximidade local é constituído pelo Porto, Famalicão, Gaia, Paredes e Matosinhos. Estas ligações locais correspondem a 10,9% do total de ligações da rede geográfica e a 33,6% do total de ligações com ancoragem nestes cinco lugares. No entanto este território é claramente marcado pelo Porto, nomeadamente pelas suas ligações intraconcelhias, que por si só pesam 32,2% do total das ligações com amarração a estes lugares, correspondendo a 97,8% das ligações locais neste território. Isto é, as ligações interconcelhias à escala local são pouco significativas, constituindo-se uma rede local formada essencialmente pelas ligações intraconcelhias do Porto.

O terceiro polo em termos de capacidade de criação de redes locais é polarizado por Coimbra. Corresponde aos concelhos de Coimbra e Cantanhede. As ligações locais correspondem a 5,6% do total de ligações da rede geográfica e a 56,3% do total de ligações com ancoragem nestes dois lugares. É sobretudo por causa das relações de muita proximidade geográfica, isto é, as relações intramunicipais de Coimbra que esta rede local se destaca, correspondendo a 50,6% do total de ligações com amarração nestes dois concelhos, com um peso de 89,9% das ligações locais neste território.

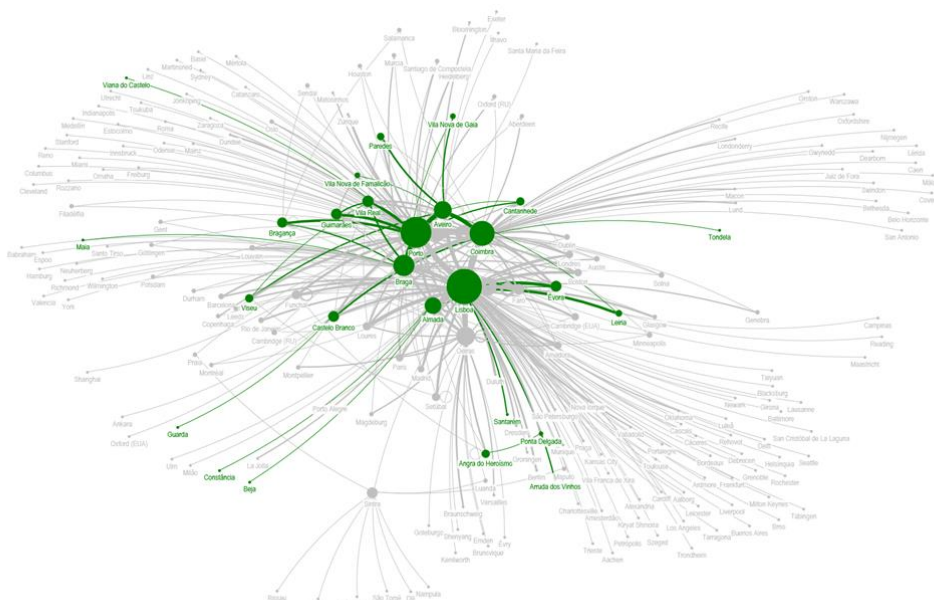
Por último, em termos de redes locais, em torno de Braga, Aveiro e Faro emergem tímidas ligações locais, podendo ser um sinal embrionário de uma estrutura local que pode evoluir

no sentido do reforço, ou que pode não passar de ocorrências pontuais que se dissolvem novamente. No caso de Braga, abarca os concelhos de Braga, Guimarães, Famalicão e Santo Tirso, formando uma proto-rede com 8 ligações locais. No caso de Aveiro, abarca os concelhos de Aveiro, Ílhavo e Santa Maria da Feira, formando uma proto-rede com 3 ligações locais. No caso de Faro geram-se 8 ligações intraconcelhias. As restantes ligações locais são sempre intraconcelhias e em número muito reduzido: Funchal (2 ligações), Bragança (1), Vila Real (1), Évora (1) e Angra do Heroísmo (1).

5.6.3. A escala regional

As relações geográficas à escala regional são as que ocorrem dentro de um intervalo de distância tempo compreendido entre $\geq 45'$ e $\leq 120'$ de deslocação. Do total de ligações da rede, 10,5% ocorrem à escala regional, (Figura 25 e Quadro 52). Tal significa que, nesta rede FCT, a escala regional tem um peso consideravelmente menor na criação de proximidade relacional entre as organizações envolvidas nestes projetos FCT dirigidos à saúde humana.

Figura 25: Rede FCT (1999-2010) – Relações à escala regional.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Ainda assim, existem algumas ligações regionais que merecem atenção.

São os casos das ligações regionais Porto-Braga (46 ligações), Porto-Aveiro (39), Porto-Vila Real (10) e Porto-Bragança (6) criando uma estrutura geográfica regional de maior intensidade relacional entre estes concelhos do norte de Portugal. Na região centro estrutura-se o eixo regional Coimbra-Aveiro (24 ligações). Na região de Lisboa estruturam-se os eixos Lisboa-Évora (10 ligações) e Lisboa-Leiria (7). Em conjunto, estas ligações correspondem a 69,7% do total de ligações regionais da rede. Todas as restantes ligações regionais têm intensidades inferiores a 4 ligações.

5.6.4. A escala nacional

As relações geográficas à escala nacional são as que ocorrem a uma distância tempo $\geq 120'$ mas dentro das fronteiras de Portugal. Do total de ligações da rede, 26,6% ocorrem à escala nacional, (Figura 26 e Quadro 52). Tal significa que, nesta rede FCT, a escala nacional é a segunda quanto ao número de ligações, tendo um peso considerável na criação de proximidade relacional entre as organizações envolvidas nestes projetos FCT dirigidos à saúde humana.

Figura 26: Rede FCT (1999-2010) – Relações à escala nacional.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

As ligações com maior intensidade à escala nacional configuram o triângulo Lisboa-Porto (122 ligações), Lisboa-Coimbra (65) e Porto-Coimbra (56), criando uma forte conexão entre os três lugares mais centrais da globalidade da rede geográfica. Estes três nós ao conectarem-se intensamente entre si, formam a espinha dorsal do espaço relacional nacional dirigido à saúde humana.

Lisboa, Porto e Coimbra formam os principais nós de amarração da rede nacional. Em conjunto, amarram 89,3% do total das ligações à escala nacional. Lisboa é o principal nó de amarração, nele ancorando 62,9% das ligações que se estabelecem nesta escala. Segue-se o Porto, amarrando 44,8% das ligações à escala nacional. Por fim, em Coimbra encontram amarração 35% das ligações à escala nacional.

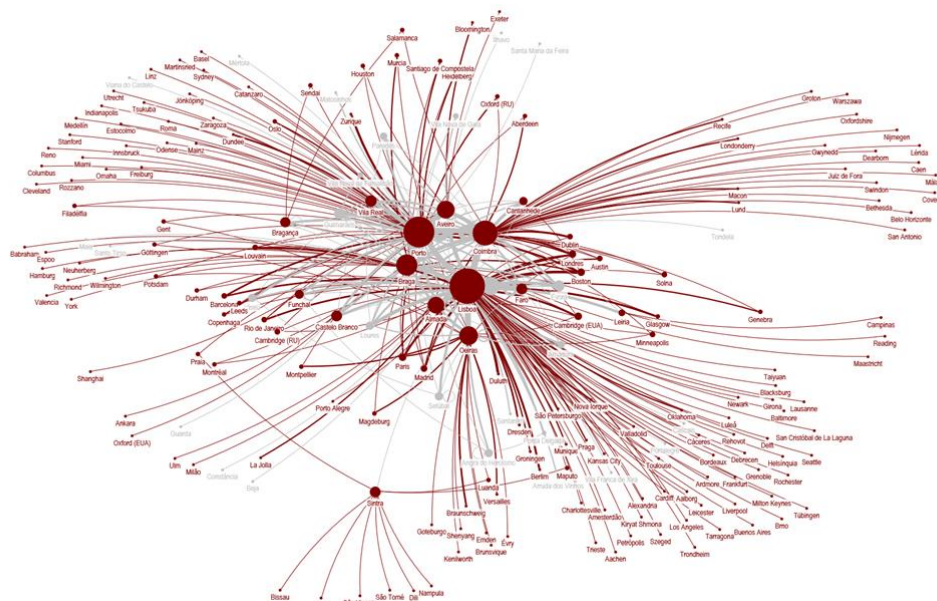
Os restantes 10,7% de ligações à escala nacional que não se encontram ancoradas nestas cidades são ligações polarizadas maioritariamente por Aveiro (24 ligações nacionais) e por Braga (13 ligações nacionais), dois nós que já anteriormente foram identificados como proto-redes locais e que agora revelam também alguma capacidade de estabelecerem ligações diretas à escala nacional. Braga tem a capacidade de amarrar 14,3% das ligações nacionais e Aveiro 9,6%.

Os restantes concelhos com ligações à escala nacional estabelecem a maioria dessas ligações com Lisboa e/ou Porto (ex. Faro, Almada, Castelo Branco ou Funchal) e os restantes concelhos fazem-no em quantidade e intensidade muito baixa.

5.6.5. A escala Internacional

As relações geográficas à escala internacional são todas as que ultrapassam as fronteiras de Portugal. Do total de ligações da rede, 17,8% ocorrem à escala internacional, (Figura 27 e Anexo - Quadro 43). Tal significa que, nesta rede FCT, a escala internacional é a terceira quanto ao número de ligações que reúne, o que é considerável em termos de criação de proximidade relacional apesar da distância geográfica, sobretudo se atendermos que esta rede resulta dos incentivos ao sistema científico nacional.

Figura 27: Rede FCT (1999-2010) – Relações à escala internacional.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

As ligações que atravessam as fronteiras nacionais, estabelecendo proximidade relacional apesar da grande distância geográfica, estão maioritariamente ancoradas em Lisboa, Porto e Coimbra.

Atendendo às relações internacionais, Lisboa assume a primeira posição reunindo 119 ligações, o que corresponde a 6,8% do total das ligações da rede e a 38,1% do total das ligações internacionais. Estabelece ligações internacionais com 72 cidades diferentes, sendo que a maior proximidade relacional faz-se com Boston (7), Duluth (7), Madrid (5), Berlim (4), Cambridge-EUA (4), Glasgow (4), Louvain (4), Londres (3), Paris (4), Rio de Janeiro (3) e Dresden (3).

O Porto assume a segunda posição, reunindo 71 ligações que correspondem a 4% do total das ligações da rede e a 22,8% do total das ligações internacionais. Estabelece ligações internacionais com 53 cidades diferentes, sendo que a maior proximidade relacional estabelece-se com Zurique (5), Boston (4), Barcelona (3) e Dundee (3).

Segue-se Coimbra, quanto ao número de ligações internacionais (43), o que corresponde a 2,4% do total das ligações da rede e a 13,8% do total das ligações internacionais. Estabelece ligações internacionais com 32 cidades diferentes, sendo que a maior proximidade relacional faz-se com Dublin (4) e Londres (3).

Isto é, os nós da rede que estruturam a espinha dorsal do sistema científico nacional dirigido à saúde humana também são os principais responsáveis pela criação de ligações internacionais, revelando capacidade de gerar proximidade relacional apesar da distância geográfica.

Braga e Aveiro, mais uma vez, merecem referência, dado que também revelam capacidade para gerarem ligações internacionais, ainda que com menor intensidade e diversidade. Braga, a nível internacional, está relacionada com 19 cidades, representando essas relações 6,7% do total das ligações internacionais desta rede. Já em Aveiro as ligações internacionais têm menor expressão (1,6% do total das ligações internacionais da rede), ligando-se somente com 4 cidades. Esta menor capacidade revelada por Aveiro para estender as suas ligações à escala internacional é uma característica menos positiva que claramente a diferencia e lhe retira centralidade quando comparada com Braga. Ainda assim, estes dois nós, mais uma vez, começam a formar uma proto-rede em trono da saúde humana, sendo que a capacidade de gerarem proximidade relacional a grande distância geográfica é mais um indicador que consolida esta ideia.

Merecem ainda referência, pela capacidade de estabelecer ligações internacionais, os nós de Oeiras (23 ligações com 17 lugares diferentes), Almada (9 ligações com 6 lugares diferentes) e Sintra (6 ligações com 6 lugares diferentes), o que contribui para que, no território de proximidade local de Lisboa, existam diferentes nós geográficos com capacidade de criarem proximidade relacional a grande distância geográfica.

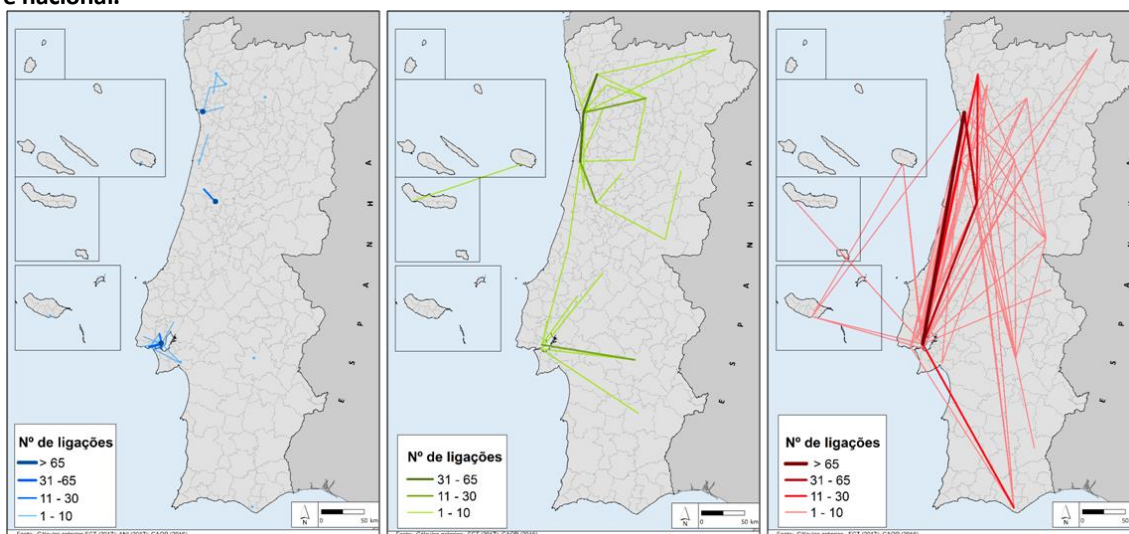
Quanto às cidades internacionais (Anexo – Quadro 43), o facto de apenas estarem envolvidas por via do desempenho do papel de participantes, condiciona a sua centralidade. Das 166 cidades estrangeiras ligadas a Portugal por via destas redes FCT para a saúde humana 65,7% apenas se relacionam uma vez, 16,3% relacionam-se duas vezes e 12,7% relacionam-se entre 3 e 5 vezes. Apenas um pequeno grupo (5,4%), revela maior proximidade relacional: Boston (15), Londres (11), Paris (10), Madrid (9), Cambridge-EUA (8), Barcelona (7), Duluth (7), Dublin (6) e Londres (6). A maior proximidade relacional com Boston e Duluth é explicada pelos Acordos de Cooperação entre Portugal e UT Austin, entre Portugal e MIT (Programa MIT-Portugal) e entre Portugal e CMU (Programa CMU-Portugal) envolvendo universidades de prestígio mundial. As ligações a Londres, Paris, Madrid, Barcelona e Dublin fazem-se sobretudo ligando organizações universitárias de grande prestígio mundial, apesar de não haver nenhum programa especial de cooperação, de que são exemplo o *Cancer Institute* (Londres) ou a *University of London*, o *Institut Pasteur* (Paris); a *Universidad Autónoma de Madrid*; a *Universidad Autónoma de*

Barcelona ou ainda o *Dublin Institute of Technology*. Ainda assim, a sua centralidade local é muito baixa (Anexo – Quadro 44)

Em síntese, a exploração desta rede territorial demonstra que existe uma tendência para que se estabeleça um sistema geográfico multiescalar de relações. Há ainda outra característica transversal no comportamento territorial desta rede: o seu caráter territorialmente seletivo. Invariavelmente há um pequeno grupo de lugares com os quais se estabelece proximidade relacional, independentemente da distância territorial.

Lisboa, Porto e Coimbra são os três principais concelhos de amarração destas redes multiescalares (Figura 28). Em conjunto amarram 88,4% do total das ligações desta rede territorial. Para o período em análise, estes são os nós fundamentais de amarração das redes FCT dirigidas à saúde humana. Estes três nós constituem-se como o tripé que sustenta a globalidade da rede, pela capacidade revelada de ancorarem as ligações locais, regionais, nacionais e internacionais.

Figura 28: Rede FCT (1999-2010) – sínteses das relações de proximidade relacional à escala local, regional e nacional.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Mas é também entre estes três nós que se estabelecem o maior número de fluxos. Entre si, Lisboa, Porto e Coimbra formam um triângulo relacional que reúne 16,8% das ligações que ocorrem dentro do espaço nacional e 13,8% do total das ligações da rede. Ainda assim há características que as diferenciam. Lisboa encontra na escala local o espaço privilegiado das suas relações (450), enquanto para o Porto e para Coimbra esse espaço privilegiado é

a escala nacional (210 e 164 respetivamente). Mas também têm características comuns, nomeadamente, todos estabelecem proximidade relacional à escala intraconcelhia, com a escala regional, com um amplo leque de lugares à escala nacional e à escala internacional. Desta forma, estruturam redes multiescalares. No fundo são o ancoradouro que organiza a globalidade desta rede territorial dos projetos FCT para a saúde humana e, em conjunto, constituem o eixo estruturador das redes do sistema científico dirigido à saúde humana. Merecem ainda referência, nesta rede FCT dirigida à saúde humana, os nós geográficos de amarração da rede constituídos por Aveiro, Braga, Almada, Oeiras e Faro. Este é um grupo que exhibe capacidade de gerar proximidade relacional a diferentes escalas geográficas, ainda que a intensidade e a diversidade relacional seja reduzida. Daí que se possa considerar que, nestes casos, estejamos perante uma fase embrionária de redes multiescalares, que podem evoluir no sentido da consolidação e reforço.

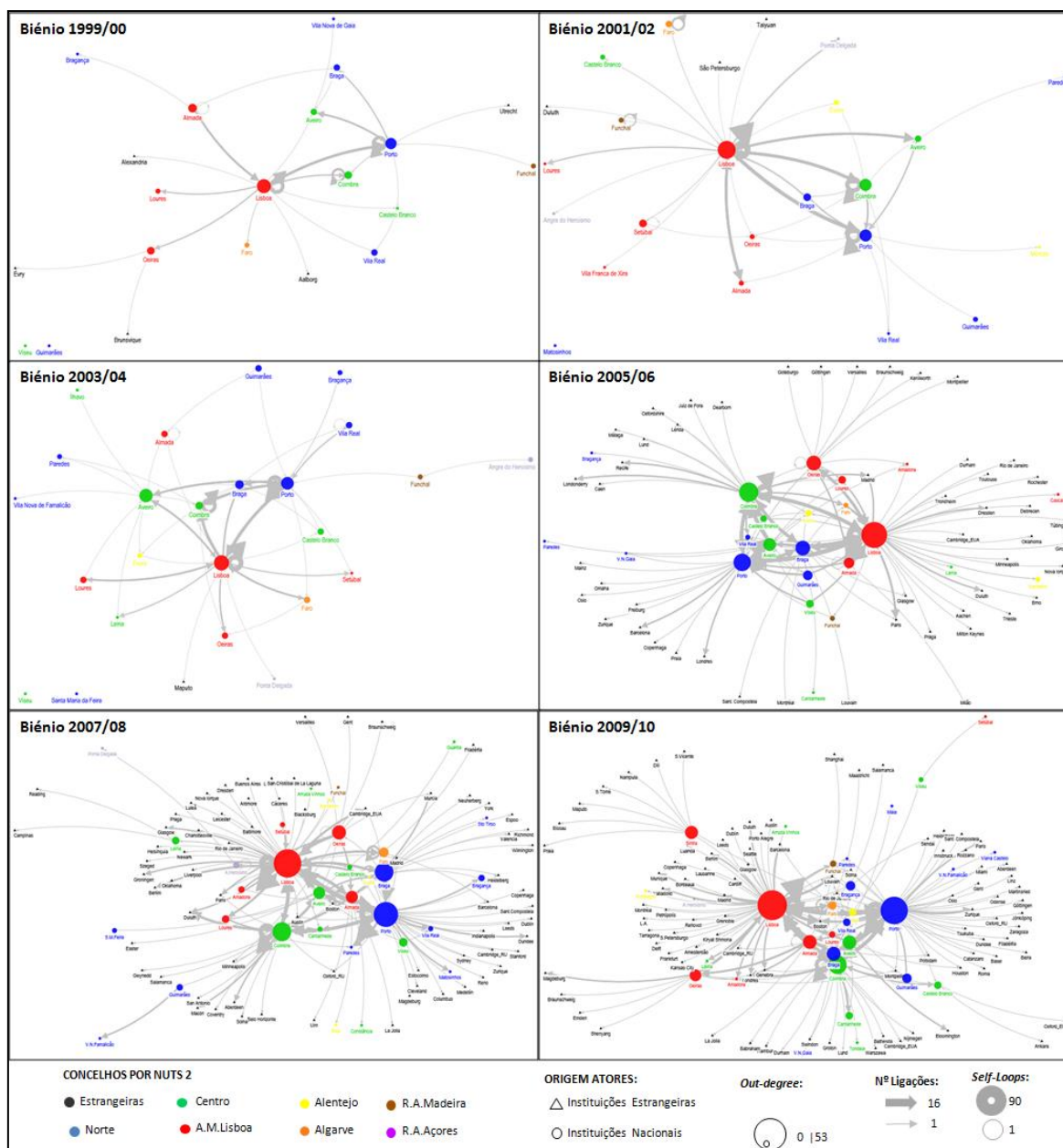
5.6.6. Trajetória territorial

A trajetória territorial à escala concelhia é analisada a partir da partição da rede em biénios. Desta forma é possível analisar a evolução temporal da rede geográfica, explorando a evolução dos territórios envolvidos e da intensidade de relações que se vão estabelecendo entre os diferentes lugares de amarração da rede, para retratar a dinâmica deste sistema territorial dos projetos FCT dirigidos a saúde humana.

Desde 1999/2000 que o número de lugares envolvidos nestas redes de inovação dirigidas à saúde humana tem vindo a aumentar, assim como tem vindo a aumentar o número de ligações interconcelhias únicas e duplicadas (Anexo – Quadro 45) o que demonstra que ao longo do tempo se tem alargado e reforçado este sistema territorial de produção de conhecimento dirigido à saúde humana. No entanto, a escala relacional de muita proximidade local também tem vindo a revelar-se mais importante ao longo dos biénios, como demonstra o crescimento do número *self-loops* (Figura 29 e Anexo – Quadro 45).

A estrutura hierárquica da rede é uma característica marcada na trajetória desta rede, como demonstram os valores (máxima, mínima e mediana) do *out-degree*, *in-degree* e *betweenness centrality*. Tal significa que, ao longo do tempo, há sempre um conjunto reduzido de concelhos que assumem uma posição de elevada centralidade e que até aumentam essa centralidade ao longo do tempo, sendo estes os principais responsáveis pela estruturação da globalidade da rede.

Figura 29: Rede FCT (1999-2010) – Evolução da rede de relações entre lugares (*out-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

A trajetória mais longa e ininterrupta é granjeada pelos concelhos de Lisboa, Porto, Coimbra, Braga, Aveiro, Oeiras, Almada, Faro, Castelo Branco e Loures que revelam capacidade de ancoragem destas redes territoriais de inovação na saúde o longo de todo o período em análise, seja no papel de promotor (Anexo – Quadro 46), seja no papel de participante (Anexo – Quadro 47), ou mesmo no desempenho dos dois papéis em simultâneo.

No entanto, neste grupo de lugares com a mais longa trajetória de participação nestas redes, não se posicionam todos no mesmo patamar de centralidade local e global. Lisboa revela quase sempre a maior capacidade relacional com um leque diversificado de municípios, quer no desempenho do papel de proponente quer no de participante, o que lhe confere maior centralidade global ao longo do tempo (Anexo – Quadro 48). O Porto exhibe uma trajetória muito próxima da de Lisboa, chegando mesmo a granjear uma centralidade superior pelo desempenho do papel de participante no biénio 2003/2004 e uma maior centralidade global nesse mesmo biénio. Assim, estes são os lugares de amarração com maior influência na estruturação, ao longo do tempo, desta rede territorial de inovação.

Coimbra, Braga, Aveiro, Almada e Oeiras formam um segundo nível quanto à capacidade relacional que exibem ao longo do tempo, no desempenho do papel de proponente e de participante nestes projetos, o que lhes confere uma considerável centralidade global em quase todos os biénios, exceto no biénio 1999/2000 no caso de Coimbra e no biénio 2001/2002 no caso de Braga e Almada.

Faro, Castelo Branco e Loures formam o terceiro nível quanto à capacidade que exibem ao longo do tempo, sobretudo no desempenho do papel de participantes nos projetos, mas a sua centralidade global na rede é muito inferior face aos territórios pertencentes aos dois primeiros patamares de maior centralidade.

A partir daqui surgem um conjunto de cidades médias, na grande maioria capitais de distrito, mas também outras cidades médias, como são os casos de Guimarães e Loures, cuja trajetória temporal vai sendo progressivamente mais curta na participação neste tipo de projetos, quer como proponentes (Anexo – Quadro 46), quer como participantes (Anexo – Quadro 47), e conseqüentemente a centralidade global nesta rede territorial também é muito mais reduzida (Anexo – Quadro 48).

Como já havíamos constatado anteriormente, é sobretudo pelo desempenho do papel de participantes destes projetos que estas redes de inovação para a saúde se alargam a um leque mais abrangente de territórios. Esta análise temporal permite identificar que é a partir do biénio 2005/2006 que se passa a estabelecer proximidade relacional regular com um conjunto de outras cidades em Portugal, e, sobretudo com algumas cidades estrangeiras, como por exemplo Duluth, Londres, Madrid, Paris, Barcelona, Cambridge (EUA), Rio de Janeiro, Glasgow, Braunschweig, Copenhaga, Santiago de Compostela ou

Zurique, passando a observar-se com regularidade uma maior abertura da rede a um conjunto de territórios nacionais e internacionais.

Em síntese, este é um sistema relacional que, ao longo do tempo acentua o perfil hierárquico, reforçando a centralidade de um pequeno grupo de cidades, ao mesmo tempo que vai estendendo as ligações a um leque crescente de lugares em Portugal e no estrangeiro, reforçando assim o seu carácter relacional multiescalar.

5.6.7. Composição dos nós da rede geográfica por lugares

A exploração da composição organizacional e das relações à escala de muita proximidade local, medida pela colocalização das organizações dentro da mesma comunidade concelhia, permite identificar possíveis *clusters* de muita proximidade local estruturados pelo envolvimento nestas redes FCT dirigidas à saúde humana e ajuda a compreender o comportamento multiescalar exibido por determinados nós locais, nomeadamente Lisboa, Porto, Coimbra, Braga, Aveiro, Almada e Oeiras.

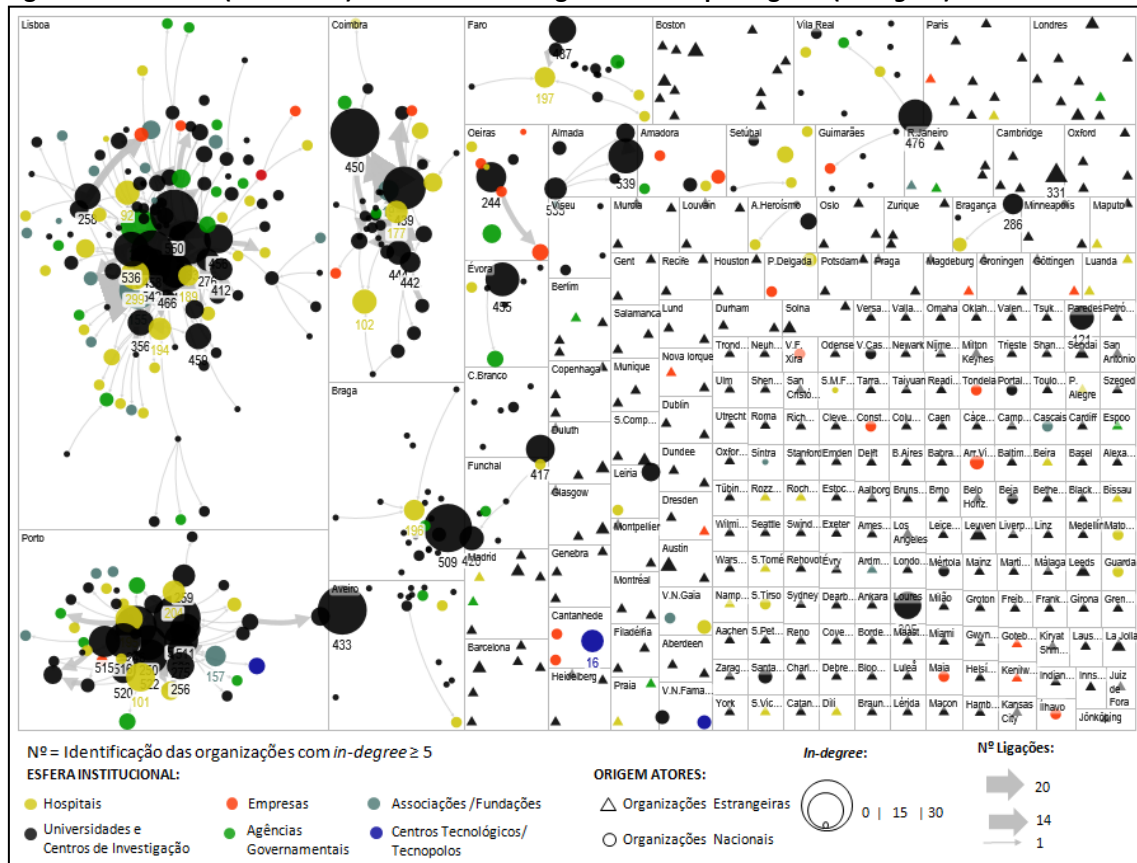
A escala intraconcelhia de análise relacional não tem significância (modularidade = 0,11) para explicar a estrutura das relações interorganizacionais que se estabelecem nesta rede FCT dirigida à saúde humana. Ainda assim, ocorrem relações entre organizações colocalizadas a esta escala local, com particular relevância nos concelhos de Lisboa, Porto e Coimbra (Figura 30), pelo que estes casos merecem uma exploração mais detalhada quanto à composição e às ligações.

As organizações que integram esta rede FCT dirigida à saúde humana distribuem-se por 42 concelhos de Portugal. Os mais densamente povoados por organizações são Lisboa (116), Porto (47), Coimbra (33), Braga (20), Aveiro (13), Faro (13) e Vila Real (10). Estes são os concelhos com maior espessura organizacional dirigida à saúde humana, medida pelo número de organizações com capacidade de envolvimento em projetos FCT em rede. Lisboa, Porto e Coimbra, por si só, representam 53,7% das organizações localizadas em Portugal e 31,3% do total das organizações envolvidas nestes projetos FCT dirigidos à saúde humana.

No entanto, formam-se redes intraconcelhias apenas em 15 concelhos. Os restantes nunca estabelecem relações com organizações colocalizadas no mesmo concelho (Anexo – Quadro 49). Os concelhos que exibem maior densidade relacional intraconcelhia são Lisboa (338 ligações), Porto (183 ligações) e Coimbra (89 ligações). Estes também são os

concelhos que exibem a maior densidade e diversidade organizacional que possibilita encontrar, à escala concelhia, uma certa diversidade de competências organizacionais necessárias à criação destas redes.

Figura 30: Rede FCT (1999-2010) – Comunidades organizacionais por lugares (*in-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Em conjunto, a densidade organizacional e a densidade de ligações, demonstram o caráter territorialmente seletivo destas redes FCT para a saúde humana, que se concentram e se relacionam em determinados territórios com elevada densidade e diversidade organizacional dirigida à saúde humana.

Por outro lado, Lisboa, Porto e Coimbra são também os três nós que revelam maior capacidade de amarração de redes multiescalares, criando proximidade relacional com organizações localizadas à escala local, regional, nacional e internacional, tal como já foi demonstrado anteriormente.

O concelho Lisboa é constituído por 94 organizações conectadas entre si e por 22 organizações isoladas. Isso significa que mais de 81% das organizações se relacionam com

organizações colocalizadas dentro das fronteiras do concelho. Há apenas 22 organizações que nunca estabelecem relações interorganizacionais intraconcelhias e cuja participação nestas redes se faz exclusivamente por via de outras escalas territoriais de relacionamento. Por outro lado, trata-se de uma comunidade conectada em torno de um componente principal que reúne 92 organizações e em torno de uma díade, o que reforça a ideia de existência de um sistema relacional intraconcelhio. Merece ainda referência o elevado número de relações duplicadas que se verificam entre organizações colocalizadas a esta escala local de proximidade geográfica. Do total de 338 relações interorganizacionais locais 52,4% são relações duplicadas, o que indicia claramente que a elevada proximidade geográfica, nomeadamente a colocalização à escala concelhia, e a diversidade organizacional local promovem a colaboração dos pares organizacionais em vários projetos FCT e, conseqüentemente, aumenta a intensidade relacional interorganizacional. As organizações mais centrais na estruturação desta rede intraconcelhia de Lisboa são o Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, a Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa, a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, o Instituto de Tecnologia Química e Biológica da Universidade Nova de Lisboa, a Fundação Calouste Gulbenkian, o Instituto de Higiene e Medicina Tropical da Universidade Nova de Lisboa, o Instituto de Medicina Molecular da Universidade de Lisboa, a Associação para a Investigação e Desenvolvimento da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, a Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa, o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge e o Pró-INSA, Associação para a Promoção da Investigação em Saúde.

Por outro lado, o território de Lisboa é povoado por organizações dirigidas à saúde humana, com elevada centralidade na rede global (Figura 30 e Anexo – Quadro 50). Predominam claramente as organizações da esfera universitária, mas também estão presentes outras esferas. São organizações com prestígio nacional e, nalguns casos, internacional, o que ajuda a explicar a capacidade que este território exhibe na criação de proximidade relacional envolvendo as múltiplas escalas geográficas analisadas.

O Porto exhibe também uma forte tendência para que as organizações colocalizadas se relacionem entre si. Constituído por 36 organizações conectadas e 11 organizações isoladas, significa que 76,6% das organizações se relacionam com organizações colocalizadas dentro das fronteiras do concelho. As restantes 11 desenvolvem uma

participação nestas redes FCT por via, exclusivamente, do estabelecimento de parcerias interorganizacionais envolvendo escalas supralocais de relacionamento. Trata-se de uma comunidade conectada em torno de um único componente. Também no Porto existe um elevado número de relações duplicadas entre organizações colocalizadas a esta escala intraconcelhia de proximidade geográfica. Do total de 183 ligações interorganizacionais locais 60,7% são relações duplicadas. Mais uma vez, a proximidade geográfica, a densidade e diversidade organizacional intraconcelhia permitem encontrar a esta escala geográfica parte das organizações necessárias para desenvolver diferentes projetos FCT. As organizações mais centrais na estruturação desta rede intraconcelhia do Porto são o Instituto de Biologia Molecular e Celular, o Instituto Nacional de Engenharia Biomédica, a Faculdade de Medicina Universidade do Porto, o Instituto de Patologia e Imunologia Molecular Universidade do Porto, a Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, a Faculdade de Ciências Universidade do Porto, o Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agroalimentares - Porto, o Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar Universidade do Porto, a Faculdade de Farmácia Universidade do Porto, a Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação Universidade do Porto, o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, o Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial e o Centro Hospitalar do Porto, EPE.

Por outro lado, o território do Porto também é povoado por organizações dirigidas à saúde humana com elevada centralidade na rede global. Nele encontramos organizações predominantemente da esfera universitária, com prestígio nacional e, nalguns casos, internacional, mas também um leque diversificado de outras organizações não universitárias (Figura 30 e Anexo – Quadro 51) o que contribui para esclarecer a capacidade de amarração de ligações multiescalares revelada por este território.

Coimbra, tal como os concelhos anteriores, exhibe uma tendência para que as organizações colocalizadas se relacionem entre si. Constituído por 28 organizações conectadas entre si e 5 organizações isoladas, significa que 84,4% das organizações se relacionam com organizações colocalizadas dentro das fronteiras do concelho. As restantes 5 apenas estabelecem redes de parceria organizacionais através de escalas supraconcelhias de relacionamento. Observa-se também um elevado número de relações duplicadas entre organizações colocalizadas a esta escala intraconcelhia. Do total de 89 ligações interorganizacionais, 69,7% são relações duplicadas. Mais uma vez, a proximidade geográfica e um certo grau de diversidade

organizacional local favorecem a colaboração dos pares organizacionais em novos projetos FCT, aumentando a intensidade relacional interorganizacional à escala. As organizações mais centrais na estruturação desta rede intraconcelhia de Coimbra são o Centro de Neurociências e Biologia Celular da Universidade de Coimbra, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e a Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.

Tal como Lisboa e Porto, Coimbra também é povoada por organizações dirigidas à saúde humana com elevada centralidade na rede global. Predominam, mais uma vez, as organizações da esfera universitária, com prestígio nacional e, nalguns casos, internacional, mas também outras organizações não universitárias (Figura 30 e Anexo – Quadro 52) o que contribui para esclarecer a sua capacidade de amarração de ligações multiescalares.

Nesta análise à escala concelhia merecem ainda referência, pelo número de organizações aí localizadas envolvidas nestas redes FCT dirigidas à saúde humana, os concelhos de Braga (20), Faro (13), Aveiro (13) e Vila Real (10). No entanto, quando analisamos estas redes intraconcelhias, constatamos que representam um número muito baixo de ligações. Além do mais, a grande maioria das organizações localizadas nestes concelhos nunca estabelecem relações com outras organizações colocalizadas no mesmo concelho, pelo que a participação nestes projetos FCT em rede para a saúde humana se faz através de redes supraconcelhias. A exceção é o caso de Faro, em que das 13 organizações aí localizadas, 61,5% se relacionam entre si.

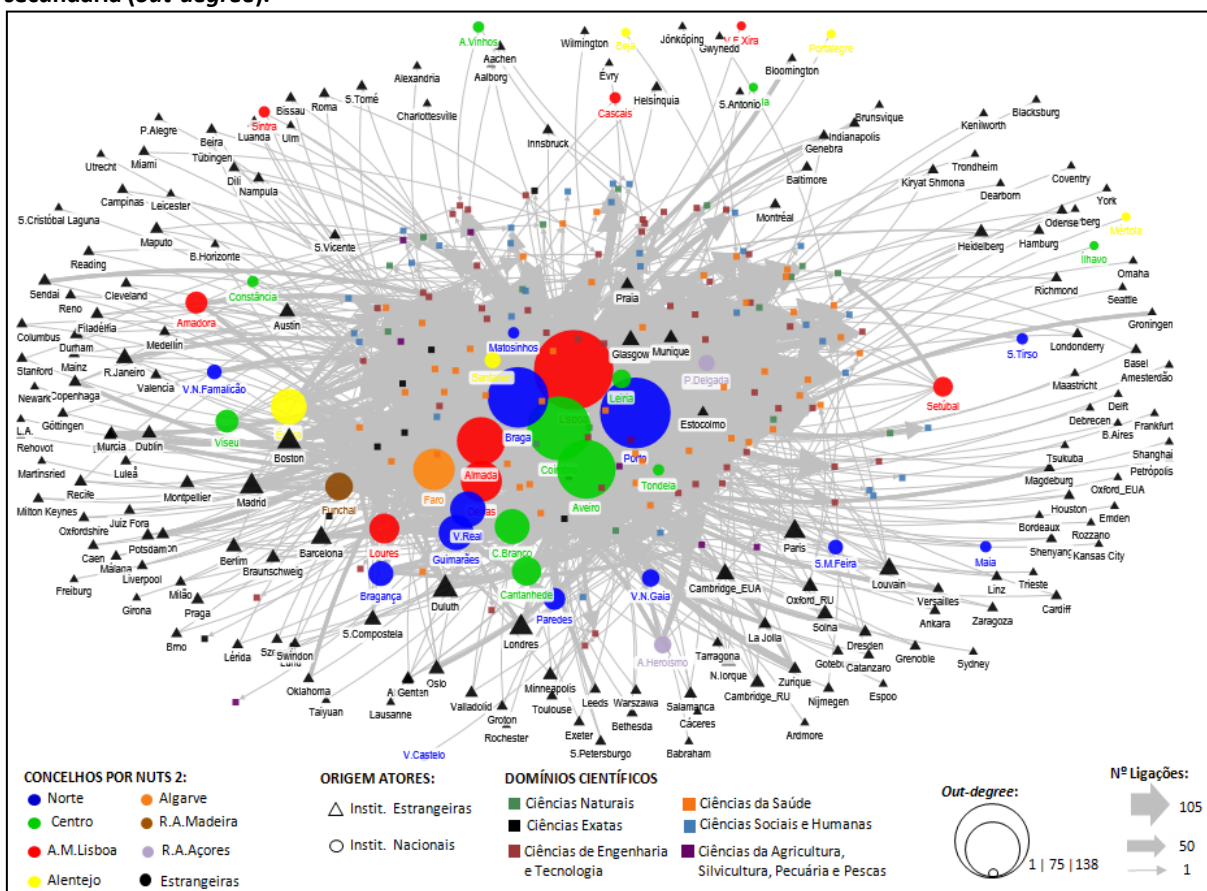
No entanto, como constatamos anteriormente, neste grupo de concelhos há capacidade de criarem proximidade relacional a outras distâncias geográficas, alguns deles com alguma presença nas ligações internacionais. Tão territórios com potencial para reforçarem a sua centralidade na globalidade da rede. Além do mais, nenhum destes concelhos é aglutinado numa rede local liderada por um concelho com maior dimensão organizacional e relacional (como são, por exemplo, os casos de Oeiras ou Almada que são aglutinados localmente por Lisboa). Em termos de composição, invariavelmente, são as organizações universitárias aí instaladas que revelam maior capacidade relacional, ainda que a intensidade e diversidade relacional seja ainda débil (Figura 30 e Anexo – Quadro 53). Em conjunto, estes são indicadores que revelam que estes concelhos podem ser encarados como nós embrionários de amarração de redes multiescalares, excêntricos ao eixo Lisboa-Coimbra-Porto.

Em síntese, a densidade e qualidade organizacional intraconcelhia dirigidas à saúde humana permite que, na hora de encontrar parceiros, seja possível identificar muitos deles a esta escala local. Neste caso, a proximidade territorial proporcionada pela colocação na mesma cidade favorece a criação de relações de cooperação interorganizacional que se repetem, dada a tendência evidenciada para a existência de ligações duplicadas a esta escala de análise. Criam-se nós locais espessos, que constituem a base para a criação de proximidade relacional a maiores distâncias geográficas, originando redes multiescalares ancoradas nestes territórios.

5.6.8. Especialização/diversificação territorial da base de conhecimento

Atendendo à localização das organizações e considerando as ligações de cada projeto com a respetiva área científica principal e secundária, identificaram-se as competências instaladas nos lugares (Figura 31). Efetua-se ainda uma análise longitudinal por biénios, com o objetivo de explorar a dinâmica das competências instaladas em cada um dos lugares de amarração das redes.

Figura 31: Rede FCT (1999-2010) – Rede de relações dos lugares com a área científica principal e secundária (*out-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Lisboa é quem possui competências num leque mais diversificado, dado que foi possível identificar 138 áreas científicas com as quais se relacionam os projetos desenvolvidas pelas organizações aqui localizadas (Anexo – Quadro 54). Isto significa que é o lugar de amarração com um leque mais amplo de competências reveladas em torno de áreas científicas dirigidas à saúde humana, o que potencia os processos de fertilização cruzada do conhecimento. As áreas científicas com maior número de ligações estão identificadas no Quadro 53, podendo considerar-se que é nessas áreas científicas que existe maior capacidade instaladas, retratando o perfil de especialização de Lisboa quanto à produção de conhecimento dirigido à saúde humana a partir dos projetos FCT. De sublinhar ainda que em Lisboa existem competências instaladas em todos os domínios científicos envolvidos nestes projetos FCT dirigidos à saúde humana.

Quadro 53: Rede FCT (1999-2010) – especialização territorial de Lisboa, Porto e Coimbra, por domínio e área científica (Nº total de ligações ≥ 10).

	Área Científica	Nº de Ligações	Área Científica	Nº de Ligações	Área Científica	Nº de Ligações
Lisboa	Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	105	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	67	Ciências da Saúde - Neurociências	54
	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	90	Investigação Clínica	48	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	39
	Ciências da Saúde - Microbiologia, Infecção, Imunologia e Inflamação	83	Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	46	Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	38
	Investigação Clínica	62	Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacéuticas	46	Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacéuticas	38
	Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	59	Ciências da Saúde - Neurociências	38	Química e Bioquímica	27
	Química e Bioquímica	52	Ciência e Engenharia dos Materiais	38	Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Metabolismo, Nutrição e Toxicologia	27
	Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacéuticas	51	Química e Bioquímica	35	Ciências da Saúde - Ciências biomédicas de órgãos e sistemas, e oncologia	18
	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	51	Ciências da Saúde - Medicina Molecular e Genética, e Imunologia	34	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	16
	Ciências Biológicas - Biologia Microbiana	50	Ciências da Saúde - Ciências biomédicas de órgãos e sistemas, e oncologia	32	Química e Bioquímica - Química	14
	Ciências da Saúde - Genética Médica e Genómica Funcional	49	Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	31	Ciências da Saúde - Engenharia Biomédica	14
	Ciências da Saúde - Medicina Molecular e Genética, e Imunologia	47	Ciências do Desporto	30	Ciências da Saúde - Farmacologia, Ciências Farmacéuticas e Biomateriais	13
	Ciências da Saúde - Medicina Molecular	40	Ciências da Saúde - Biomateriais	28	Química e Engenharia dos Materiais	15
	Ciências da Saúde - Neurociências	37	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	27	Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	12
	Ciências da Saúde - Oncobiologia e Biologia do Desenvolvimento	37	Ciências da Saúde - Farmacologia, Ciências Farmacéuticas e Biomateriais	26	Investigação Clínica	11
	Ciências da Saúde - Farmacologia, Ciências Farmacéuticas e Biomateriais	35	Ciências da Saúde - Genética Médica e Genómica Funcional	24	Química e Bioquímica - Bioquímica	11
	Ciência Animal e Ciências Veterinárias	35	Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Metabolismo, Nutrição e Toxicologia	22	Ciências da Saúde - Medicina Molecular e Genética, e Imunologia	10
	Química e Bioquímica - Química	34	Ciências da Saúde - Medicina Molecular	21	Psicologia	10
	Engenharia Biológica e Biotecnologia	31	Química e Bioquímica - Química	20	Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Mecanismos das Doenças	10
	Ciências da Saúde - Saúde Pública e Fatores Ambientais	31	Ciências da Saúde - Neurociências e sistemas endócrinos	19		
	Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Metabolismo, Nutrição e Toxicologia	30	Ciências da Saúde - Epidemiologia e Saúde Pública	19		
	Matemática	29	Ciências Biológicas - Proteínas e Biologia Estrutural	17		
	Química e Bioquímica - Bioquímica	29	Ciências da Saúde - Oncobiologia e Biologia do Desenvolvimento	17		
	Ciências e Tecnologias do Mar	29	Ciências da Saúde - Engenharia Biomédica	17		
	Ciências do Desporto	28	Ciências da Saúde - Oncologia e Biopatia de Órgãos e Sistemas	15		
	Ciência e Engenharia dos Materiais	27	Engenharia Médica - Próteses Mecânicas	15		
	Ciências da Saúde - Epidemiologia e Saúde Pública	25	Ciência Animal e Ciências Veterinárias	14		
	Engenharia Biológica e Biotecnologia - Biotecnologia	25	Ciências da Saúde - Saúde Pública e Fatores Ambientais	14		
	Ciências da Saúde - Infecção e Microbiologia	23	Psicologia	12		
	Ciências Biológicas - Proteínas e Biologia Estrutural	21	Ciências e Tecnologias do Mar	12		
	Ciências da Saúde - Ciências biomédicas de órgãos e sistemas, e oncologia	20	Ciências da Saúde - Microbiologia, Infecção, Imunologia e Inflamação	12		
	Ciências da Saúde - Oncobiologia	19	Ciências da Saúde - Epidemiologia	12		
	Ciências da Saúde - Farmacologia e Toxicologia	18	Ciência e Engenharia dos Materiais - Nanomateriais, Síntese e Dispositivos Funcionais	12		
	Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Mecanismos das Doenças	17	Ciências da Saúde - Oncobiologia	11		
	Ciências da Saúde - Microbiologia e Infecção	16	Ciências da Saúde - Investigação Clínica e de Translação	11		
	Engenharia Biológica e Biotecnologia - Engenharia Biológica	15	Ciências da Saúde - Órgãos e Sistemas, Mecanismos das Doenças	10		
	Ciências da Saúde - Ciências Farmacéuticas	15				
	Psicologia	14				
	Ciências da Saúde - Engenharia Biomédica	14				
	Ciências da Saúde - Neurociências - molecular e celular	12				
	Ciências da Saúde - Epidemiologia	12				
	Ciências da Saúde - Investigação Clínica e de Translação	12				
	Engenharia Mecânica	10				
	Química	10				
	Ciências e Tecnologias do Ambiente	10				
	Ciências Sociais - Sociologia	10				

Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

O Porto surge como o segundo lugar com mais competências reveladas num leque diversificado de áreas científicas, dado que foi possível identificar 109 áreas científicas com as quais se relacionam os projetos desenvolvidas pelas organizações aqui instaladas (Anexo – Quadro 54). Possui um leque amplo de competências reveladas em torno das áreas científicas dirigidas à saúde humana, o que potencia os processos de fertilização cruzada de conhecimento dentro desta escala de grande proximidade geográfica. As áreas

científicas com maior número de ligações estão identificadas no Quadro 53, sendo em torno destas áreas científicas que existem competências instaladas mais fortes, permitindo considerar que este é o perfil de especialização deste território quanto à produção de conhecimento dirigido à saúde humana a partir dos projetos FCT. Tal como Lisboa, o Porto também tem competências dirigidas à saúde humana em todos os domínios científicos.

Na terceira posição quanto à diversidade de áreas científicas surge Coimbra com 89 áreas científicas (Anexo – Quadro 54). Isto significa que é também um lugar com um leque amplo de competências reveladas em torno das áreas científicas dirigidas à saúde humana, o que potencia os processos de fertilização cruzada de conhecimento à escala de grande proximidade geográfica. Tal como Lisboa e Porto, Coimbra possui competências dirigidas à saúde humana em todos os domínios científicos (Quadro 53).

Estes são as três cidades que revelam maior consolidação em torno de um leque significativamente amplo de áreas científicas. Se a este indicador associarmos a constatação, anteriormente demonstrada, de que também é nestes territórios que existe maior densidade organizacional, em conjunto, densidade organizacional e competências reveladas num leque diversificado de áreas científicas, contribuem para compreender a capacidade que este nós locais exibem para construir proximidade relacional multiescalar.

Na quarta posição surge Braga com 80 áreas científicas, seguindo-se Aveiro com 75 áreas científicas nesta hierarquia das competências reveladas em torno das áreas científicas (Anexo – Quadro 54). Todas as áreas científicas revelam um número de ligações inferior a 14 ao longo do período em análise. As áreas científicas mais fortes estão identificadas no Quadro 54.

Quadro 54: Rede FCT (1999-2010) – especialização territorial de Braga e Aveiro, por domínio e área científica (Nº total de ligações ≥ 5).

	Área Científica	Nº de Ligações		Área Científica	Nº de Ligações
Braga	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	13	Aveiro	Química e Bioquímica	13
	Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	12		Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	13
	Ciência e Engenharia dos Materiais	10		Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	13
	Psicologia	9		Engenharia Mecânica - Projeto Mecânico	9
	Engenharia Bioquímica e Biotecnologia	9		Ciência e Engenharia dos Materiais	7
	Ciências da Saúde - Neurociências	8		Ciências do Desporto	5
	Psicologia - Psicologia Clínica	8		Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	5
	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	7		Química e Bioquímica - Química	5
	Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	6			
	Ciências da Saúde - Genética Médica e Genómica Funcional	6			
	Investigação Clínica	6			
	Química e Bioquímica	5			
	Ciências da Saúde - Microbiologia, Infecção, Imunologia e Inflamação	5			
	Engenharia Biológica e Biotecnologia - Engenharia Biológica	5			
	Ciências da Saúde - Biomateriais	5			
	Ciência e Engenharia dos Materiais - Nanomateriais, Síntese e Dispositivos Funcionais	5			

Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Em termos de diversidade de competências, atendendo às áreas científicas dos projetos em rede aí ancoradas, seguem-se Almada com 50 áreas científicas, Faro com 37 áreas científicas e Oeiras com 36 áreas científicas (Anexo – Quadro 54). A especialização destas cidades faz-se em torno das áreas científicas indicadas no Quadro 55, mas com uma intensidade mais reduzida.

Quadro 55: Rede FCT (1999-2010) – especialização territorial de Almada Faro e Oeiras, por área científica (Nº total de ligações ≥ 4).

	Área Científica	Nº de Ligações		Área Científica	Nº de Ligações		Área Científica	Nº de Ligações
Almada	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	10	Faro	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	5	Oeiras	Engenharia Bioquímica e Biotecnologia	11
	Química e Bioquímica	9		Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	5		Engenharia Biológica e Biotecnologia - Biotecnologia	8
	Ciência e Engenharia dos Materiais	7		Ciências da Saúde - Genética Médica e Genómica Funcional	5		Ciência Animal e Ciências Veterinárias	5
	Química e Bioquímica - Química	7		Psicologia	4		Ciências da Saúde - Neurociências	4
	Ciências Biológicas - Proteínas e Biologia Estrutural	7		Ciência Animal e Ciências Veterinárias	4		Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	4
	Ciências da Saúde - Farmacologia, Ciências Farmacêuticas e Biomateriais	6		Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	4		Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	4
	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	5		Ciências da Saúde - Oncobiologia e Biologia do Desenvolvimento	4			
	Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacêuticas	5		Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacêuticas	4			
	Ciências Biológicas - Biologia Microbiana	4						
	Química e Bioquímica - Bioquímica	4						
	Engenharia Biológica e Biotecnologia - Biotecnologia	4						
	Ciências da Saúde - Biomateriais	4						

Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

O seguinte grupo de concelhos exibem competência em menos de 30 áreas científicas, sendo que a intensidade de ligação a cada uma dessas áreas científicas é muito reduzida (Anexo – Quadro 54).

Quadro 56: Rede FCT (1999-2010) – especialização territorial de outros lugares, por área científica (Nº total de ligações ≥ 3).

	Área Científica	Nº de Ligações
Évora	Ciências da Saúde - Epidemiologia, Saúde Pública e Ambiente	4
	Engenharia Mecânica - Projeto Mecânico	3
	Ciências e Políticas da Educação - Ciências da Educação	3
	Ciências da Saúde - Saúde Pública e Fatores Ambientais	3
	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	3
Guimarães	Ciência e Engenharia dos Materiais	7
	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	6
	Ciências da Saúde - Biomateriais	3
	Engenharia Eletrotécnica - Eletrónica e Computadores	3
Loures	Química e Bioquímica	6
	Química e Bioquímica - Química	6
	Química	5
	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	3
Vila Real	Ciências do Desporto	6
	Ciência Animal e Ciências Veterinárias	4
	Engenharia Mecânica - Projeto Mecânico	4
Leiria	Ciências da Saúde - Biomateriais	3
	Engenharia Mecânica - Projeto Mecânico	3
	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	3
Castelo Branco	Engenharia Bioquímica e Biotecnologia	3
	Engenharia Biológica e Biotecnologia - Biotecnologia	3
	Ciências da Saúde - Medicina Molecular e Genética, e Imunologia	3
Funchal	Química e Bioquímica - Química	3
	Ciências da Saúde - Farmacologia e Ciências Farmacêuticas	3
Paredes	Química e Bioquímica - Química	3
	Ciências da Saúde - Microbiologia, Epidemiologia, Medicina das populações e Saúde pública	3

Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Neste grupo de concelhos identificam-se competências emergentes dirigidas à saúde humana em Guimarães (em torno da Ciência e Engenharia dos Materiais e da

Bioengenharia e Engenharia Biomédica), em Loures (em torno da Química e Bioquímica) e em Vila Real (em torno das Ciências do Desporto) (Quadro 56). Os restantes concelhos deste grupo apresentam algumas competências cuja intensidade de ligação, ao longo do período em análise, é igual ou inferior a 4 para cada uma das áreas científicas.

Todos os restantes concelhos envolvidos nestes projetos FCT para a saúde humana têm uma intensidade de ligação a cada uma das áreas científicas sempre inferior a 3, o que não permite identificar qualquer tipo de especialização ou sequer competências emergentes em torno de uma área científica.

No âmbito destas redes FTC para a saúde humana, as ligações com localizações fora de Portugal são focadas normalmente numa só área científica (Quadro 57 e Anexo – Quadro 55). É um claro sinal de que as relações a maior distância se fazem para aceder a conhecimento muito específico, contidos em organizações cuja criação de proximidade relacional se torna necessária, apesar da distância geográfica, para possibilitar a sua incorporação no projeto de inovação que se pretende desenvolver. As ligações a estes lugares fora de Portugal fazem-se dirigidas a uma, duas ou três áreas científicas específicas, num claro sinal de que são ligações muito seletivas, com organizações que têm internalizado conhecimento numa área muito específica e com excelente reputação, com grande interesse para o projeto de I&D que se pretende desenvolver.

Quadro 57: Rede FCT (1999-2010) – especialização das relações internacionais, por área científica (Nº total de ligações ≥ 3).

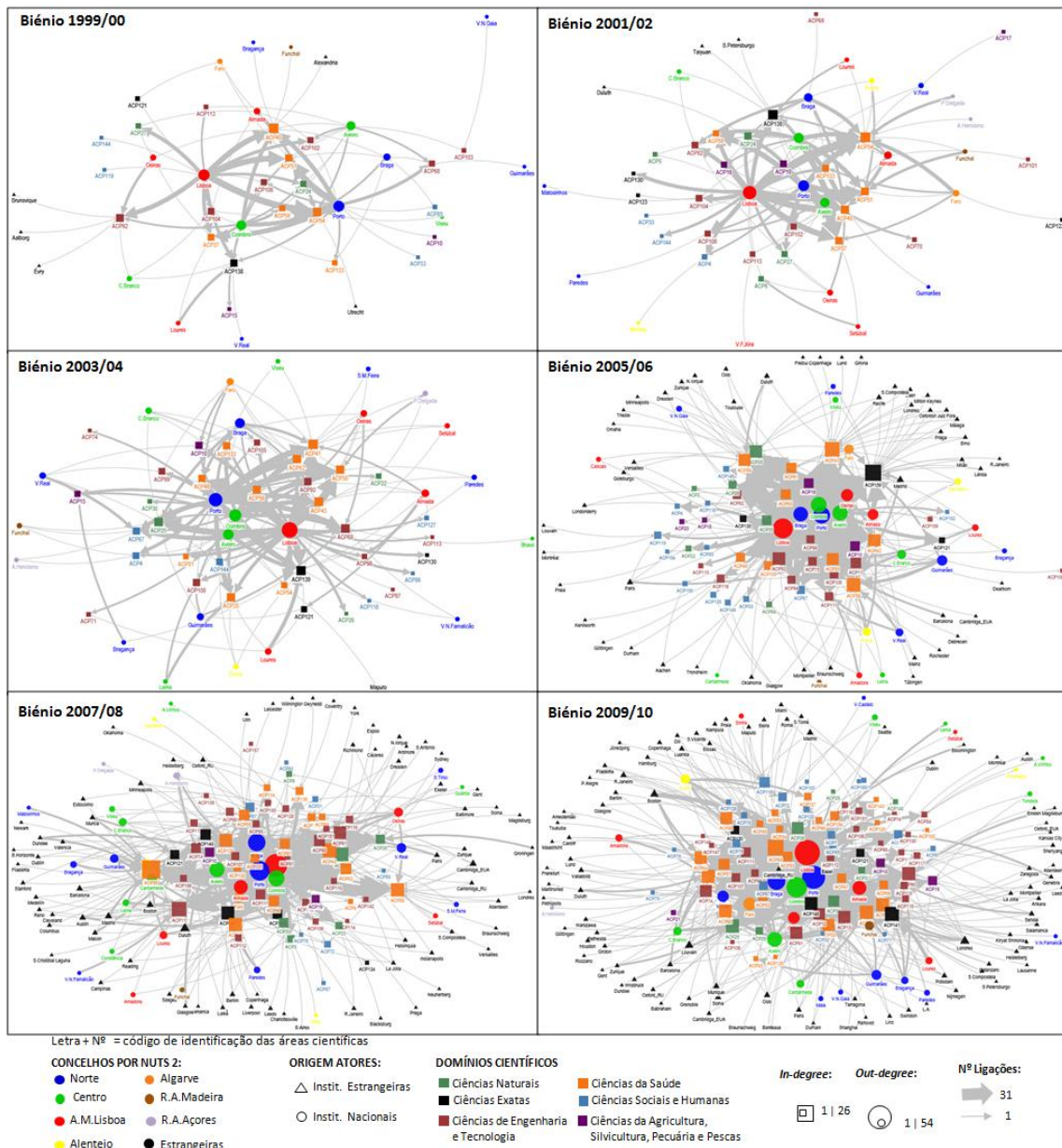
	Área Científica	Nº de Ligações
Boston	Ciências da Saúde - Investigação Clínica e de Translação	6
Madrid	Ciências da Saúde - Biomateriais e Engenharia Biomédica	4
Zurique	Ciências Biológicas - Biologia Celular e Molecular	4
Glasgow	Ciência Animal e Ciências Veterinárias	3

Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Ainda assim, a relação com algumas cidades estrangeiras faz-se sustentada num leque mais diversificado de áreas científicas (Anexo – Quadro 55). São cidades onde se localizam organizações da esfera das universidades / centros de investigação de grande prestígio internacional de que são exemplos a *University of Minnesota Medical School* em Duluth, a *Harvard Medical School* em Boston, a *University of London* e a *University Colledge of London*, a *Universidad Autónoma de Madrid* e a *Universidad Complutense de Madrid*, o *Institut Pasteur* em Paris, a *Universitat Autònoma de Barcelona*, a *Université Catholique de Louvain* ou ainda o *Massachusetts Institute of Technology* em Cambridge (EUA).

Numa análise longitudinal, a diversidade de áreas científicas envolvidas nos processos de inovação dirigidos à saúde vai aumentando ao longo do período em análise. Sustentando os processos de inovação dirigidos à saúde humana em 46 áreas científicas no biénio 1999/2000, estas redes de inovação estenderam-se a outras áreas científicas, atingindo o valor máximo de 158 áreas científicas no biénio 2009/2010.

Figura 32: Rede FCT (1999-2010) – Evolução da relação lugares – área científica principal e secundária.



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

Figura 33: Rede FCT (1999-2010) – Evolução da relação lugares – domínio científico (total de ligações).



Fonte: elaboração própria a partir da base FCT dirigida à saúde humana.

No que diz respeito à especialização territorial ao longo do tempo, Lisboa, Porto e Coimbra exibem uma trajetória ininterrupta com maior intensidade e variedade de áreas científicas dirigidas à saúde humana (Figura 32 e 33), o que reforça a sua posição como os principais centros de produção de conhecimento dirigido à saúde humana em Portugal e lhes confere uma trajetória de construção de competências e conhecimento que lhes confere prestígio e

credibilidade, ajudando a explicar a capacidade para estabelecerem redes multiescalares. Nestas três cidades, invariavelmente o domínio das ciências da saúde é o que maior contributo dá, seguindo-se os domínios das ciências da engenharia e o domínio das ciências naturais com um contributo muito semelhante ao longo do tempo. Em todas se verifica também uma tendência para a diminuição do peso das áreas científicas do domínio das ciências da saúde, compensado pelo aumento do peso das áreas científicas dos restantes domínios, nomeadamente das ciências da engenharia, das ciências naturais e das ciências exatas.

Em síntese, o padrão territorial repete-se, com as cidades de Lisboa, Porto e Coimbra, a revelarem competências num leque mais diversificado de áreas científicas, o que ajuda a compreender a grande capacidade que estes lugares revelam na criação de proximidade relacional multiescalar. Seguem-se os concelhos que exibem proto-redes multiescalares, com competências reveladas num leque considerável de áreas científicas, como Braga ou Aveiro, o que poderá ser interpretado como um indicador de que, com a construção de competências enraizadas nestes concelhos, estas redes multiescalares embrionárias começam a ganhar as condições necessárias para evoluírem no sentido do crescimento e consolidação destes nós geográficos de amarração

5.7. Síntese conclusiva

Em termos de **proximidade cognitiva** o processo de produção de conhecimento sustenta-se simultaneamente num processo disciplinar, mas também se enraíza num sistema interdisciplinar, relacionando conhecimentos oriundos de várias disciplinas dentro do mesmo domínio científico ou de diferentes domínios científicos, e não apenas as áreas científicas pertencentes aos domínios das ciências da saúde ou das ciências naturais. Este comportamento de aproximação interdisciplinar tende a acentuar-se ao longo do tempo. Assim, a criação de proximidade relacional desenvolvida no âmbito destes projetos, permite superar diferentes graus de distância cognitiva (áreas científicas diferentes, pertencentes ao mesmo domínio científico ou a domínios científicos diferentes) ao proporcionar relações maioritariamente heterofílicas que originam redes exogâmicas. Por outro lado, embora o conhecimento base predominante seja o conhecimento analítico, estes projetos incluem também formas de conhecimento sintético e de conhecimento simbólico contribuindo para aproximar e articular estes diferentes tipo de conhecimento base.

Quanto à **proximidade organizacional**, o facto de mais de metade dos projetos analisados se estruturarem em redes interorganizacionais sublinha o papel das redes como uma importante estrutura para a produção de conhecimento dirigido à saúde humana. Ao longo do tempo, vão-se reforçando os processos de produção de conhecimento em rede, evidenciada pelo progressivo reforço do número, intensidade e diversidade de ligações. Isto é, a capacidade de criar proximidade organizacional é importante para os processos de produção de conhecimento dirigido à saúde humana. No entanto, ao longo de todo o período em análise, as organizações universitárias dominam estas redes quanto à composição e à centralidade, seja no desempenho do papel de proponente, seja no desempenho do papel de participante. Por um lado, há um grupo que granjeia grande centralidade e que vai reforçando, ao longo do tempo, a centralidade e a frequência com que participam nestas redes, sublinhando o carácter hierárquico e seletivo das relações interorganizacionais e marcando diferenças quanto a capacitação, qualidade, prestígio e reputação das organizações. Por outro lado, predominam as relações homofílicas, que originam redes com um forte pendor endogâmico. Ainda que de forma ténue, a presença de organizações não universitárias (hospitais, empresas, agências governamentais, polos tecnológicos, associações/fundações), que se vai acentuando ao longo do tempo, evidencia que, ao abrigo destes projetos FCT, se pode potenciar ainda mais a criação de proximidade organizacional pelo estabelecimento de relações heterofílicas com organizações não universitárias, reforçando o carácter exogâmico das redes e ampliando a sua capacidade de produção e transferência interorganizacional de conhecimento, à imagem dos modelos teóricos de hélice tripla, quadrupla ou n-hélices. A distância organizacional que estas redes revelam com as organizações empresariais dificulta a translação do conhecimento e a sua valorização económica pela aplicação a produtos, serviços ou processo.

Relativamente à **proximidade institucional**, evidencia-se uma forte tendência para que se estabeleçam redes homofílicas, isto é, relações entre organizações pertencentes à mesma esfera institucional. Esta tendência é particularmente acentuada para o caso da esfera institucional das universidades. Assim, esta rede FCT dirigida à saúde humana é particularmente relevante para ligar as organizações do sistema científico nacional, mas subaproveita o potencial de fertilização cruzada do conhecimento e das competências provenientes de cada esfera institucional de ação e cria reduzidas oportunidades para a translação do conhecimento para outras esferas mais orientadas para a aplicação do conhecimento. Ainda assim, o facto de, quando presentes, as organizações não universitárias

privilegiarem o seu relacionamento com organizações da esfera institucional das universidades é um sinal de que essa fertilização cruzada é possível, assim como a translação de conhecimento, pelo que o reforço deste tipo de redes exogâmicas pode ser uma estratégia a seguir para aproximar as diferentes esferas institucionais e aprofundar a translação de conhecimento e a sua aplicação.

No que diz respeito à **proximidade geográfica**, a rede revela um carácter multiescalar, com tendência para se acentuar ao longo do período em análise. Ainda que a escala relacional de grande proximidade geográfica (local) seja a mais relevante, observam-se ligações em número bastante significativo à escala nacional e internacional, sendo que a regional também está presente. Emerge uma estrutura territorial hierárquica e seletiva, centra nos lugares com maior densidade organizacional, com particular destaque para Lisboa, Porto e Coimbra. Independentemente da distância geográfica, há um restrito conjunto de lugares com os quais se estabelece maior intensidade relacional, independentemente da distância geográfica. O modelo relacional multiescalar que emerge é explicado, por um lado, pela densidade e prestígio das organizações de alguns lugares e pelo conhecimento base diversificado que se observa nesses mesmos lugares, possibilitando mobilizar, à escala local, parte das organizações e do conhecimento especializado necessário ao desenvolvimento destes projetos de I&D. A proximidade geográfica favorece ainda a repetição de relações de cooperação interorganizacional, dada a tendência evidenciada para a existência de ligações duplicadas a esta escala de análise. Criam-se assim nós locais espessos, que constituem a base para a criação de proximidade relacional a maiores distâncias geográficas. Por outro lado, o facto de existir forte proximidade cognitiva, organizacional e institucional entre a maioria das organizações que compõem a rede organizacional (essencialmente da esfera universitária) facilita o processo de compreensão, comunicação e coordenação, possibilitando o codesenvolvimento do conhecimento e a sua translação através da criação de proximidade relacional apesar da distância geográfica, originando redes multiescalares ancoradas nestes territórios.

6. O espaço relacional dos projetos CORDIS dirigidos à saúde humana

6.1. Metodologia específica

Os dados que se exploram neste capítulo correspondem a um conjunto de projetos financiados pelos programas estruturais reunidos na página *online* CORDIS⁸⁸.

Quadro 58: Estrutura metodológica para a construção das redes CORDIS

	Rede organizacional	Rede institucional	Rede territorial
Projeto em rede	Projeto que envolve pelo menos dois atores organizacionais diferentes.	Projeto que envolve pelo menos dois atores organizacionais classificados segundo a esfera institucional a que pertence.	Projeto em que é possível identificar a localização da organização coordenadora e das organizações participantes.
Rede	Direcional, com origem na organização coordenadora, apontando no sentido das organizações participantes.	Direcional, com origem na organização coordenadora, apontando no sentido das organizações participantes.	Não direcional, ligando a localização da organização coordenadora e a localização da(s) organização (ões) participante(s).
Vértice	Corresponde a cada organização coordenadora e/ou participante classificada por esfera de ator.	Corresponde a cada organização coordenadora e/ou participante classificada por esfera institucional.	Corresponde ao lugar de cada uma das organizações coordenadoras e participantes.
Ligação	Corresponde à relação estabelecida entre a organização coordenadora e as organizações participantes em cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre a organização coordenadora e a organização participante em cada projeto.	Corresponde à ligação estabelecida entre a localização da organização coordenadora e a das organizações participantes em cada projeto.
Out-degree	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização coordenadora estabelece com as organizações participantes (<i>out-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização coordenadora estabelece com as organizações participantes (<i>out-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas entre um determinado lugar e os restantes lugares (<i>degree</i>).
In-degree	Corresponde ao número de ligações únicas que as organizações participantes recebem das organizações coordenadoras (<i>in-degree</i>).	Corresponde ao número de ligações únicas que as organizações coordenadoras recebem das organizações proponentes.	É medido apenas o <i>degree</i> , pelo que não há direccionalidade da ligação (para dentro – <i>in-degree</i> ou para fora – <i>out-degree</i>)
Betweenness centrality	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes das organizações da rede, que passam por uma determinada organização, para chegar a cada uma das organizações da rede.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes das diferentes organizações da rede, que passam por uma determinada organização, para chegar a cada uma das organizações da rede.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes dos diferentes lugares da rede, que passam por um determinado lugar, para chegar a cada um dos lugares da rede.

Fonte: elaboração própria.

⁸⁸ Sigla para *Community Research and Development Information Service*.

Foram identificados os projetos de investigação e desenvolvimento tecnológico financiados pela União Europeia para o período entre 2000 e 2012, abrangendo assim a totalidade do período temporal abrangido pelo programa, FP6 (decorreu entre 2002-2006) e a maior parte dos programas FP5 (decorreu entre 1998-2002) e FP7⁸⁹ (decorreu entre 2007-2013). Foi efetuada uma pesquisa por país, selecionando Portugal, tendo-se identificado um universo de 8706 projetos envolvendo organizações localizadas em Portugal: 1577 coordenados por organizações sediadas em Portugal e 7129 projetos em que as organizações localizadas em Portugal desempenham o papel de participantes. Com base neste filtro inicial, procedeu-se à seleção e levantamento dos projetos relacionados com a saúde humana para o período de 2000 a 2012, em conformidade com os critérios enunciados nos quadros 43 e 44 do capítulo metodológico, e construiu-se uma base de dados CORDIS dirigida à saúde humana – Portugal. Este grupo de projetos relacionados com a saúde humana é o universo dos projetos em análise neste capítulo.

A partir desta base de dados CORDIS dirigida à saúde humana – Portugal, foi construída uma matriz relacional, contemplando o universo destes 348 projetos, para se proceder à análise de redes sociais. A matriz relacional foi construída de acordo com a estrutura metodológica sintetizada no Quadro 58.

6.2. Caracterização geral da base de dados CORDIS

O universo em análise é composto por 348 projetos relacionados com a saúde humana, num montante total de financiamento de 914.141.953 €, para um valor total dos projetos de 1.320.513.319 € (Anexo – Quadro 56). A esmagadora maioria dos projetos (272) é desenvolvida em redes de cooperação interorganizacional. O valor dos projetos desenvolvidos em rede é muito superior ao dos desenvolvidos individualmente (do total dos projetos, os 78% desenvolvidos em rede correspondem a 98% do total do valor dos projetos) e o mesmo comportamento se observa relativamente ao montante de financiamento obtido pelos projetos em rede (78% de projetos em rede granjeiam 97% do financiamento total).

Do universo de 348 projetos, 105 são coordenados por organizações sediadas em Portugal e em 243 projetos as organizações portuguesas desempenham o papel de participantes

⁸⁹ FP corresponde às iniciais de *Framework Programme* (programa estrutural).

(Anexo – Quadro 57). Convém ainda realçar que dos 105 projetos coordenados por organizações portuguesas 76 são desenvolvidos individualmente, pelo que apenas 28% dos projetos coordenados por organizações portuguesas são efetuados em redes de cooperação interorganizacional. Isto marca, desde já, uma tendência: as organizações localizadas em Portugal participam nestas redes sobretudo pelo desempenho do papel de participantes, havendo apenas um grupo restrito de organizações portuguesas que revelam capacidade para coordenar este tipo de projetos em rede. Aliás, os indicadores financeiros acentuam precisamente esta tendência: apesar dos projetos coordenados por organizações portuguesas corresponderem a mais de 30% do total de projetos analisados, estes equivalem apenas a 7% do total do valor dos projetos e a 8% do volume total de financiamento obtido. Os projetos de maior valor (mais de 93%) e que obtêm maior financiamento (mais de 91%) são aqueles em que as organizações portuguesas assumem o papel de participantes dos projetos.

Em termos de dinâmica temporal, o universo analisado é estruturado em biénios, exceto o primeiro, em que os projetos correspondem apenas ao ano 2000, daí que se observem números mais baixos relativos ao total de projetos e ao valor e financiamento dos projetos. Desta caracterização inicial da base, em termos de dinâmica temporal, resultam duas tendências. Por um lado, o peso dos projetos desenvolvidos isoladamente exhibe uma tendência para aumentar ao longo do tempo, acentuando-se nos dois biénios mais recentes, o mesmo ocorrendo, mas de forma muito menos acentuada, ao valor e financiamento dos projetos. Por outro lado, o peso dos projetos coordenados por organizações sediadas em Portugal, embora seja oscilante, revela também uma tendência para aumentar ao longo do tempo. Isto significa que as organizações portuguesas vão conquistando capacidade de desenvolver projetos isoladamente. Estes projetos isolados podem ser interpretados como uma das portas de entrada das organizações localizadas em Portugal nestes projetos, para se iniciarem e adquirirem competências de coordenação e prestígio que lhes permitam prosseguir para o desempenho do papel de coordenação de projetos em rede interorganizacional. A outra porta de entrada é, claramente, o seu envolvimento em projetos desenvolvidos em rede de cooperação organizacional, pelo desempenho do papel de participante em projetos coordenados por organizações localizadas fora de Portugal.

6.3. Rede organizacional

A explicitação, em cada projeto, das organizações envolvidas como coordenadoras e participantes permite a reconstituição da rede relacional interorganizacional. O Quadro 59 faz a síntese da estrutura da análise da rede organizacional.

Quadro 59: Estrutura de análise da rede organizacional

Metodologia	Objetivos de análise
Rede organizacional	<ul style="list-style-type: none">- Identificar a composição das organizações envolvidas nestes projetos CORDIS dirigidos à saúde humana;- Analisar as relações organizacionais (proximidade organizacional) que se estabelecem nestes projetos e traçar as fronteiras do espaço organizacional com competências evidenciadas na produção de conhecimento relacionado com a saúde humana;- Explorar a proximidade organizacional na produção e difusão do conhecimento, através da análise da estrutura e da centralidade desta rede organizacional.
Rede organizacional por biénios	<ul style="list-style-type: none">- Reconstruir a trajetória organizacional nesta rede CORDIS dirigida à saúde humana;- Identificar as organizações com um trajeto mais longo na rede;- Explorar a evolução da centralidade das organizações.

Fonte: elaboração própria.

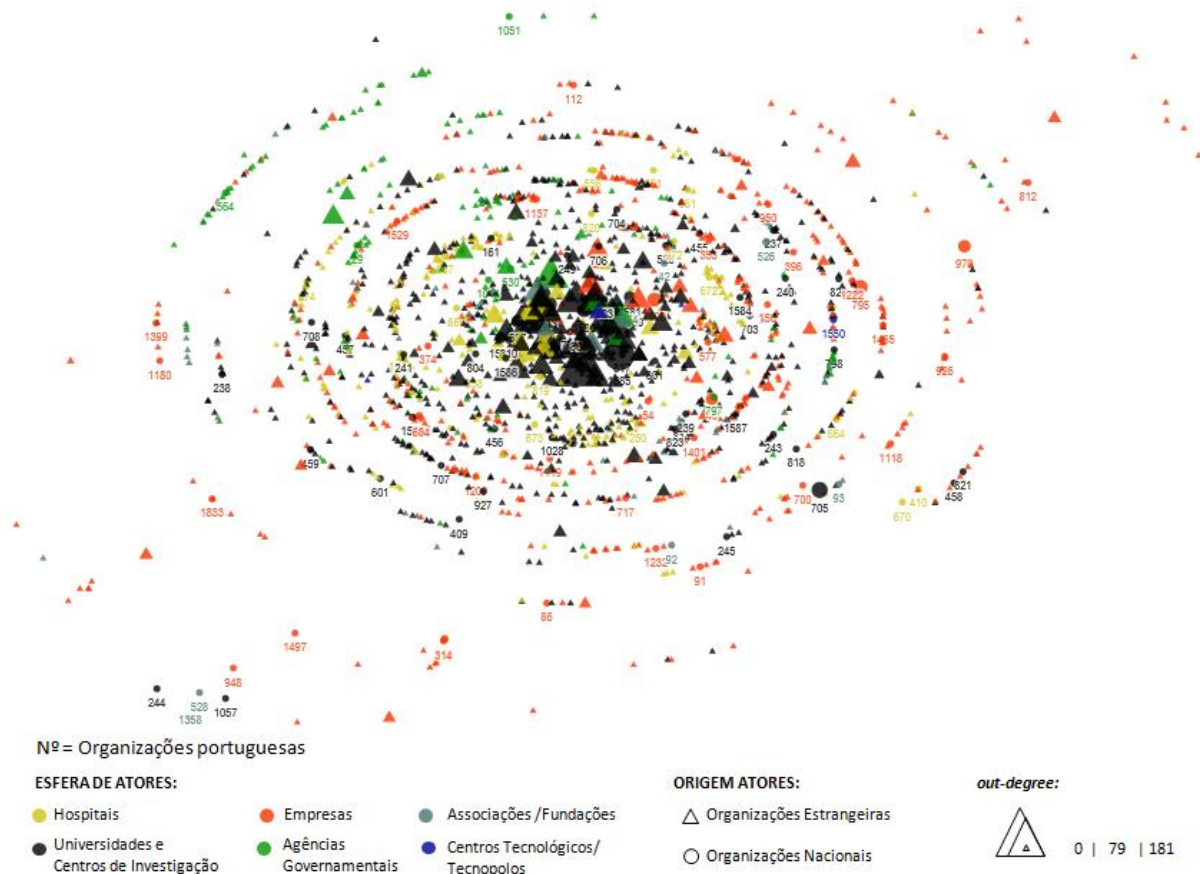
6.3.1. Fronteiras organizacionais e proximidade organizacional.

A exploração das relações interorganizacionais estabelecidas no âmbito dos projetos financiados pelos programas da Comissão Europeia para o I&D reunidos na base CORDIS dirigidos à saúde humana – Portugal, parte da análise da rede de relações entre as organizações envolvidas nestes projetos para o período compreendido entre 2000 e 2012. Para o período em análise, de um total de 348 projetos, 272 (78%) são projetos desenvolvidos em rede e apenas 76 são desenvolvidos isoladamente, o que justifica uma análise centrada nas redes interorganizacionais. Esta análise das redes interorganizacionais ainda sai mais reforçada ao constatar-se que os 272 projetos em rede envolvem 1874 organizações e que, do universo de organizações envolvidas nos 348 projetos, apenas 4 ficam isoladas ao longo de todo o período em análise (Anexo – Quadro 58). Isto é, das organizações envolvidas nos 76 projetos isolados apenas 4 nunca participam nos 272 projetos desenvolvidos em rede interorganizacional, acedendo ao financiamento destes programas estruturais dirigidos à saúde humana exclusivamente através de projetos mono-organizacionais. Estes indicadores demonstram que a esmagadora maioria das organizações envolvidas nestes projetos participa, pelo menos uma vez, em processos de

inovação em rede, sublinhando a importância das redes de cooperação enquanto estrutura apropriada ao desenvolvimento de processos de I&D para a saúde humana.

Este conjunto de 348 projetos origina uma rede que se estrutura em torno de 3 componentes conectados, para além dos 4 atores isolados (Figura 34 e Anexo – Quadro 58). Há, no entanto, um componente principal que conecta 1859 organizações (99,2% das organizações da rede) através de 3606 ligações (99,8% das ligações da rede) das quais 3307 são ligações únicas (99,7% das ligações únicas da rede) e 299 são ligações duplicadas. Os restantes dois componentes são constituídos, um por 9 organizações, todas da esfera empresarial, envolvidas num único projeto, o outro é uma díade, correspondendo também a um único projeto. Assim, apesar de esparsa, esta é uma rede bem conectada, dado o carácter residual destes dois últimos componentes e dos nós isolados.

Figura 34: Rede CORDI (2000 – 2012) – rede organizacional completa (out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Apesar da rede conectar a esmagadora maioria das organizações envolvidas nestes projetos ao longo do período em análise, o percurso pelo caminho mais curto entre as organizações

mais afastadas da rede faz-se através de 12 saltos (diâmetro da rede), sendo a distância média de 4,1 saltos (Anexo – Quadro 58). Isso significa que a proximidade relacional máxima nesta rede é superior ao valor máximo em que é possível a transferência de conhecimento entre os elementos conectados na rede e superior à ideia de *small-world* (Scott J., 2013), que considera que é possível ligar qualquer nó à distância de 6 salto. Estes indicadores revelam constrangimentos na difusão do conhecimento pela rede, o que reforça a importância das organizações assumirem posições mais centrais para maior benefício no acesso ao mesmo. Estes indicadores do diâmetro da rede apontam claramente para uma estrutura hierárquica da rede, onde as organizações que obtêm maior benefício na translação do conhecimento são as que granjeiam posições de maior centralidade global. Os grafos exibem um sistema relacional hierarquizado, centrado nas organizações com maior número de ligações únicas, sobretudo enquanto coordenadoras dos projetos (Figura 34), mas também enquanto participantes, em torno das quais se vão organizando anéis concêntricos de organizações mais periféricas face à globalidade da rede.

Nos grafos é visível uma distribuição de atores das diferentes esferas institucionais. Ainda que se verifique uma tendência para a concentração de organizações da esfera universitária entre o grupo de atores mais centrais e estruturadores da rede, as fronteiras organizacionais abarcam um considerável número de organizações de outras esferas institucionais, assumindo estas também uma posição central e estruturadora. Do total de 1874 organizações (Anexo – Quadro 59), as universidades/centros de investigação são as mais representadas (43%). No entanto, estão presentes um leque diversificado de organizações que vai desde as empresas (23%), os hospitais (15%), as agências governamentais (8%) e as associações/fundações (5%), o que permite vislumbrar um sistema gerador de redes segundo o modelo de hélice tripla e quadrupla. Esta diversidade de organizações envolvidas cria um ecossistema que possibilita a heterogeneidade relacional, potenciando a formação de redes exogâmicas, evitando-se as relações de homofilia. A confirmar-se, tal é um sinal de que as redes criadas por estes projetos europeus potenciam a geração de proximidade relacional entre organizações de diferentes contextos, logo organizacionalmente distantes.

Quanto ao atributo da localização, esta é uma rede dominada por organizações localizadas fora de Portugal, quer quanto ao número quer quanto ao posicionamento central e

estruturador da rede (Figura 34 e Anexo – Quadro 59). Assim, espera-se que daqui resulte uma rede com ligações preferencialmente internacionais.

A baixa densidade de ligações, tendo em conta o total de ligações possíveis, indica que se trata de uma rede esparsa. Do total de 3615 ligações estabelecidas, a grande maioria (91,7%) são ligações únicas, isto é, durante o período em análise, a esmagadora maioria das organizações não revela uma tendência para voltar a cooperar no âmbito destes projetos europeus (Anexo – Quadro 58). Tal é ainda reforçado pela baixa tendência revelada pelas organizações para estabelecerem relações mútuas, ou seja, bidirecionais (baixo índice de reciprocidade dos pares de vértices e das ligações), o que significa que a participação num projeto coordenado por outra organização raramente leva a que ocorra uma ação recíproca de convidar esta mesma organização para participar num projeto coordenado pela primeira. A consequência desta configuração esparsa da rede é um aumento da dificuldade da propagação do conhecimento para chegar aos membros da rede posicionados para além das relações adjacentes, ou seja, que não se encontram diretamente envolvidos no projeto. Isto faz desta uma rede seletiva, em que as organizações mais centrais são as que beneficiam de um maior acesso ao conhecimento que aí circula. Daí que as organizações que geram maior número de ligações únicas ou que se posicionam estrategicamente na rede como ponte de ligação entre outros nós, sejam mais centrais na rede, beneficiando mais do processo de translação de conhecimento.

Apenas 8,3% das ligações são duplicadas, o que atesta a baixa intensidade relacional interorganizacional da rede. Para o período em análise, a esmagadora maioria das organizações apenas colabora em 1 projeto (3316 pares de organizações) ou em 2 projetos (113 pares organizacionais). Ainda assim, existem pares de organizações que estabelecem proximidade relacional em 3 (23 pares de organizações) e em 4 (1 par de organizações) projeto (Anexo – Quadro 60).

Esta análise aos pares de organizações com maior proximidade relacional no âmbito destes projetos europeus confirma que, para o período em análise, apenas um pequeno grupo de organizações repete as ligações em mais que um projeto para a saúde humana. Neste grupo incluem-se apenas 3 organizações localizadas em Portugal: a Fundação Calouste Gulbenkian que se relaciona em 3 projetos o *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, o Instituto de Tecnologia Química e Bioquímica da Universidade Nova de Lisboa que se relaciona em 3 projetos com a

Universidade de Oxford e a Universidade do Minho que se relaciona também em 3 projetos com a empresa Materialise NV.

Atendendo a que estamos perante uma rede seletiva e hierárquica, o posicionamento das organizações na rede não é indiferente. Em termos de centralidade local na rede, a organização com maior *out-degree* é a *Ruprecht-Karls-Universitat Hidelberg*, donde emanam 181 ligações únicas para diferentes organizações (Anexo – Quadro 58), o que significa que, por si só, esta congrega 5,5% do total de ligações únicas, permitindo-lhe relacionar-se com 9,7% das organizações da rede. Revela-se assim como a organização mais forte a desempenhar o papel de coordenadora de projetos de I&D dirigidos à saúde humana que envolvem organizações portuguesas. Nesta rede, a média do *out-degree* é 1,8 ligações e a mediana é mesmo de 0. Estes indicadores revelam uma diferença acentuada entre um pequeno grupo de organizações com elevada centralidade local na rede (*out-degree*), ou seja, com capacidade para gerarem grande diversidade relacional pelo desempenho do papel de coordenação destes projetos. Por outro lado, existe um grande grupo de organizações com um *out-degree* nulo ou muito baixo e, conseqüentemente, periféricas no desempenho deste papel, o que sublinha a configuração hierarquizada da rede e o seu caráter seletivo. Aliás, o valor da mediana confirma que, para o período em análise, o número de organizações que nunca coordenam estes projetos europeus dirigidos à saúde humana é bastante superior ao grupo de organizações que assumem esse papel. Apenas 10% das organizações desempenharam, pelo menos uma vez, o papel de coordenação, o que ajuda a entender a estrutura hierárquica e o caráter seletivo da rede.

Numa análise mais detalhada, existem 187 organizações que desempenham o papel de coordenação destes projetos. Destas, 59,9% estabelecem relações com 10 ou mais parceiros organizacionais. Há mesmo 4,8% destas organizações que estabelecem relações com 50 ou mais organizações, e 21,9% relacionam-se com 20 a 45 parceiros organizacionais diferentes. Estes dados indicam claramente que o desempenho do papel de coordenador destes projetos europeus permite a construção de ligações com um amplo leque de organizações. Se a este indicador associarmos o facto de que 90% das organizações da rede nunca desempenham o papel de coordenação, fica demonstrado o caráter hierárquico da rede, assegurado, em grande medida, pelo desempenho do papel de coordenador dos projetos (Figura 34), conferindo às organizações uma marca fortemente diferenciadora.

As organizações mais centrais no desempenho da função de coordenação estão identificadas no Anexo – Quadro 61. Apesar do critério de seleção inicial da amostra se basear na obrigatoriedade de envolvimento de, pelo menos, uma organização sediada em Portugal, contrariamente ao que seria de esperar, não são as organizações portuguesas que exibem uma maior centralidade local, mas antes as organizações sediadas fora de Portugal. Destas, as mais centrais, atendendo ao *out-degree*, são: o *Ruprecht-Karls-Universitat Heidelberg*, o *Azienda Ospedaliera di Padova* e o *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale* que exibem uma centralidade local envolvendo ligações adjacentes com mais de 100 organizações diferentes. A organização portuguesa com maior centralidade local é a Universidade do Minho, reunindo 53 relações adjacentes no desempenho do papel de coordenadora destes projetos.

Outro aspeto evidente é a elevada centralidade de organizações provenientes de diferentes contextos. Não são exclusivamente as organizações universitárias que ocupam as principais posições de centralidade local pelo desempenho do papel de coordenadoras destas redes europeias. Embora estas predominem no grupo das mais centrais, é notória também a presença de agências governamentais, hospitais, empresas e até associações/fundações.

A análise da centralidade local das organizações portuguesas que desempenham a função de coordenação (Anexo – Quadro 62) reforça a evidência de que a grande maioria ocupa uma posição periférica na rede. Das 120 organizações portuguesas envolvidas nesta rede, apenas 17 (14,2%) desempenharam pelo menos uma vez a função de coordenação de um projeto desenvolvido em rede com outras organizações. A grande maioria destas organizações desempenha também o papel de participante. Apenas a Critical Materials Lda e a Macht Vídeo Sociedade de Meios e Audiovisuais SA desempenham exclusivamente o papel de coordenador, nunca participando em projetos coordenados por outras organizações. São sobretudo as universidades que conseguem maior centralidade, embora se observem empresas e associações/fundações a desempenharem este papel. De notar ainda a ausência de hospitais e agências governamentais portuguesas no desempenho deste papel.

Centrando a análise nas organizações que desempenham o papel de participantes, o valor da mediana do *in-degree* já corresponde a 1, reforçando a constatação de que a grande maioria das organizações se envolve nestes projetos como participante (apenas 3,4% das organizações nunca desempenham esse papel). Ainda assim, a média do *in-degree* é 1,8 (Anexo – Quadro 58) confirmando o carácter hierárquico desta rede, mesmo no desempenho do papel mais

vulgar de participante. Estes valores de média e mediana do *in-degree* são reveladores da tendência para a rede exibir uma configuração global hierarquizada, centrada nas organizações com maior número de ligações únicas, dada a diferença considerável entre as organizações com maior *degree* e as de menor valor. Ainda assim, a maior centralidade na rede é obtida pelo desempenho do papel de coordenador, dado o valor muito mais elevado do *out-degree* face ao *in-degree*.

Das 1811 organizações (96,6% do total de organizações da rede) que desempenham o papel de participantes, 72,2% apenas se relacionam com uma organização, 11,4% relacionam-se com duas organizações, 5,1% com 3 organizações, 3,2% com 4 organizações, e 6,1% com 5 a 9 organizações. Apenas 2% se relacionam com 10 a 32 organizações, configurando-se este como o grupo que granjeia maior centralidade local a partir do desempenho do papel de participante destes projetos europeus. As organizações com maior capacidade para gerarem proximidade relacional com um leque diversificado de organizações a partir do desempenho do papel de participantes nestes projetos europeus dirigidos à saúde humana estão apresentadas de forma hierárquica no Anexo – Quadro 63. A organização com maior *in-degree* é o *Centre National de la Recherche Scientifique*, que reúne 32 ligações provenientes de diferentes organizações, seguindo-se o *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale*, o *Karolinska Institutet*, a *Katholieke Universiteit Leuven* e a *University College London*.

Neste grupo de maior centralidade local, medido pelo *in-degree*, predominam as organizações universitárias, estando ainda presentes hospitais e agências governamentais. O Anexo – Quadro 64 hierarquiza as organizações portuguesas de acordo com a sua centralidade local na rede, obtida através do desempenho do papel de participante. No grupo de organizações portuguesas mais centrais surgem o Instituto de Medicina Molecular, a Universidade de Aveiro, a Universidade do Minho, o Instituto de Tecnologia Química e Biológica da Universidade Nova de Lisboa, a Universidade de Lisboa e o Instituto de Biologia Experimental e Tecnologia.

Entre as organizações portuguesas, as que exibem maior centralidade local no desempenho do papel de participantes, pertencem todas à esfera universitária (valor de *in* ou *out-degree* ≥ 10). Ainda assim, em posições de menor centralidade local na rede, surgem organizações hospitalares, empresariais, associações/fundações e agências governamentais.

Na rede existem 128 organizações (6,8% das organizações da rede) que, nestes projetos, desempenham ambos os papéis (de coordenador e de participante) (Anexo – Quadro 65). Estas organizações revelam capacidade ambivalente para estabelecerem proximidade relacional interorganizacional, reforçando a sua centralidade na rede. Das 187 organizações que desempenham o papel de coordenação, 68,4% também desempenham o papel de participantes em projetos coordenados por outras organizações. No entanto, nem sempre as organizações com maior capacidade relacional pela via da coordenação correspondem às que exibem maior capacidade relacional no desempenho do papel de participante.

As organizações portuguesas com esta capacidade ambivalente são a Universidade do Minho, o Instituto de Medicina Molecular, o Instituto de Tecnologia Química e Biológica da Universidade Nova de Lisboa, a Universidade de Aveiro, a Universidade do Porto, o Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica, a Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a Universidade Nova de Lisboa, o Instituto Agilus de Inovação em Tecnologia de Informação Lda., a Universidade de Coimbra, a Alfama Lda. e a Fundação Champalimaud.

Quanto aos indicadores da centralidade global, o facto dos valores de *closeness centrality* serem muito baixos é demonstrativo de que estamos perante uma rede esparsa (Anexo – Quadro 66). Excetuando as organizações que integram os dois componentes mais pequenos da rede que, por isso mesmo, apresentam valores elevados, todas as organizações do componente principal revelam valores muito baixos de *closeness centrality*. Este indicador não é significativamente diferenciador das organizações quanto à sua centralidade global na rede. Além do mais reforça a constatação de que o conhecimento gerado numa determinada organização da rede terá dificuldade em chegar à totalidade das organizações que a compõem, reforçando a importância de um bom posicionamento das organizações em termos de centralidade local.

Já os valores do *betweenness centrality* são significativos para diferenciar as organizações da rede. A grande diferença entre o valor máximo e mínimo, assim como da média e da mediana (Anexo – Quadro 66) evidenciam a estrutura hierarquizada desta rede. Além do mais, na sua maioria, as organizações com maior *betweenness centrality* são tendencialmente as de maior centralidade local (Anexo – Quadro 67), o que vinca ainda mais a estrutura hierárquica da rede.

Estes valores de *betweenness centrality* demonstram que há um pequeno grupo de organizações que assume uma posição de tal forma central que, com muita frequência, estão no caminho mais curto que liga os restantes vértices da rede. Assim, há um pequeno grupo de organizações que desempenham o papel de ponte por onde passam as ligações com os restantes nós da rede, funcionando como intermediários das relações. Este tipo de centralidade confere-lhes uma posição privilegiada nos processos de translação do conhecimento. Apesar de, nesta posição, predominarem as organizações universitárias, encontram-se também nestas posições de maior centralidade global agências governamentais, hospitais, empresas e associações/fundações. Esta diversidade da composição organizacional nas posições de elevada centralidade global evidencia que estas redes europeias potenciam proximidades relacionais interorganizacionais à imagem dos modelos de inovação de hélice tripla e quadrupla.

Apenas 48 das 120 organizações portuguesas presentes na rede se posicionam no caminho mais curto entre outros nós da rede (Anexo – Quadro 68). A grande maioria das organizações portuguesas que integram esta rede (60%), nunca funcionam como ponte no trajeto mais curto entre dois nós (*Betweenness centrality* = 0). Estas, além do mais, exibem invariavelmente uma centralidade local muito baixa. Em conjunto, estes dois indicadores permitem afirmar que a maioria das organizações portuguesas que integram esta rede ocupa posições periféricas.

A organização portuguesa com melhor centralidade global é, uma vez mais, a Universidade do Minho. Aliás, é a única organização portuguesa que se encontra entre o grupo das 10 organizações com maior centralidade global na rede. Esta centralidade coloca a Universidade do Minho numa posição privilegiada para, no seio do sistema português de inovação na saúde, desempenhar o papel de ponte com outras organizações internacionais. De entre as organizações nacionais com maior centralidade global, convém referir que não estão exclusivamente organizações universitárias, mas encontram-se também empresas (ex. Instituto Agilus de Inovação em Tecnologia de informação Lda.), organizações governamentais (ex. Ministério da Saúde) e fundações (ex. Fundação Calouste Gulbenkian).

Em síntese, estes projetos europeus dirigidos à saúde humana com amarração a Portugal originam uma rede organizacional conectada, mas espaça e hierárquica. Embora predominem organizações da esfera universitária/centros de investigação, as posições de

maior centralidade local e global na rede envolvem, para além das organizações da esfera das universidades / centros de investigação, organizações das esferas das agências governamentais, hospitais, empresas e até associações/fundações o que permite criar proximidade entre organizações semelhantes, mas também entre organizações distantes quanto ao contexto organizacional a que pertencem.

6.3.2. Trajetória organizacional

A divisão da rede completa em redes parciais por biénios⁹⁰ permite analisar a sua dinâmica organizacional e a evolução da sua estrutura (Figura 35 e Anexo – Quadro 69).

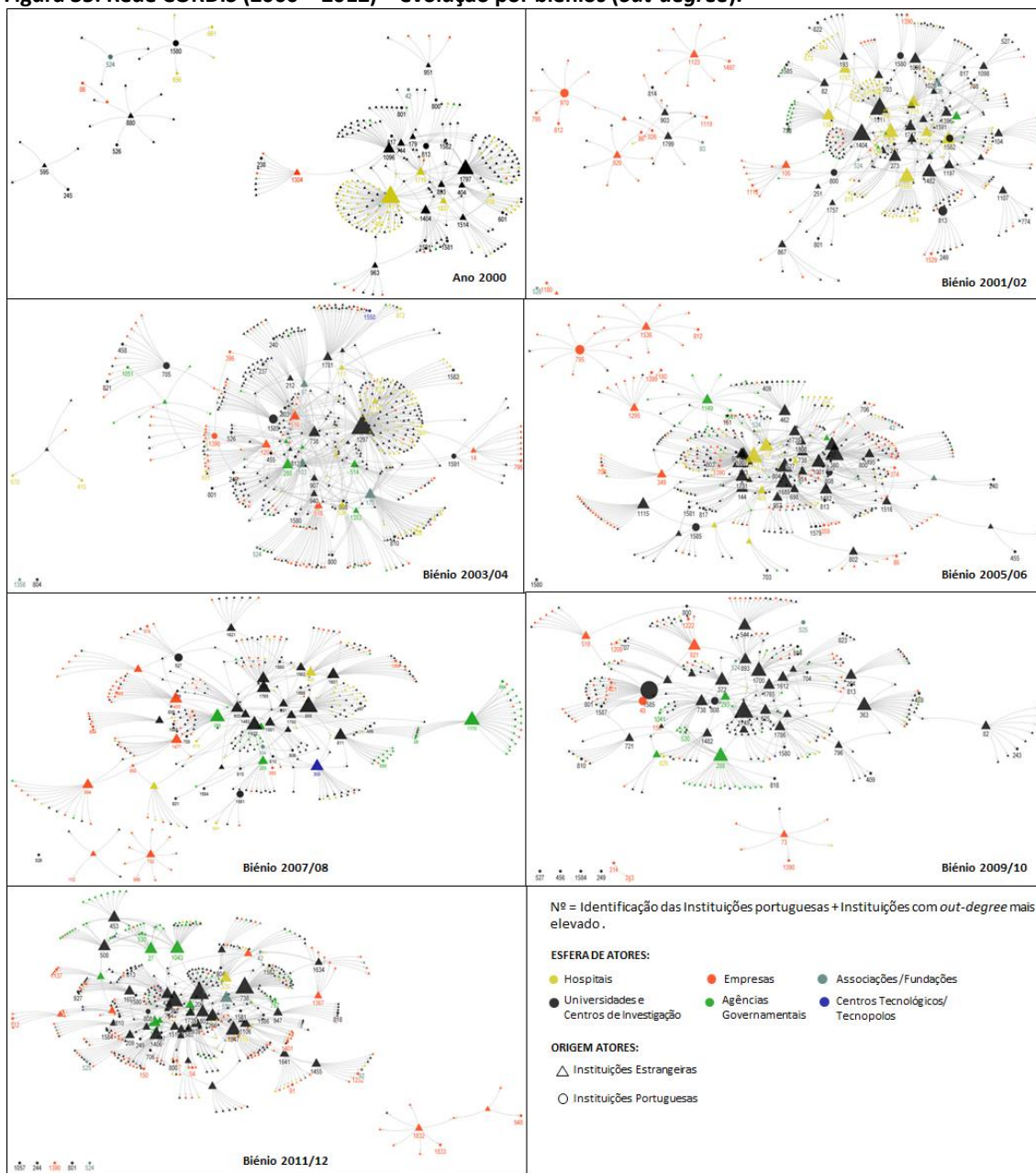
A análise dos resultados da estatística geral mostra que, apesar de alguma variabilidade no número de organizações presentes nestas redes parciais por biénio, as características gerais de cada uma delas são muito semelhantes entre si e com as características da rede completa, ainda que, na partição por biénio resulte uma estrutura mais polinucleada da rede (Anexo – Quadro 69).

As organizações isoladas são sempre residuais, sublinhando que, nestes projetos europeus dirigidos à saúde humana, a produção de conhecimento sustenta-se essencialmente em processo de interação em rede interorganizacional. A densidade sempre baixa das redes parciais por biénio, vinca a tendência para que estas redes relacionais sejam esparsas. As ligações duplicadas são residuais e os índices de reciprocidade dos pares de vértices são sempre baixos, indicando que, quando a organização está envolvida em mais que um projeto, as relações raramente se repetem e a reciprocidade não é o critério de seleção dos parceiros para os projetos.

Apesar das redes parciais por biénio se dividirem em mais que um componente, o principal reúne sempre a grande maioria das organizações e das ligações, demonstrando que, apesar de esparsas, estas redes estabelecem a ligação entre a maioria das organizações presentes.

⁹⁰ Apenas o ano de 2000 é analisado isoladamente. Todos os restantes foram agrupados por biénio, tendo-se estabelecido os intervalos temporais de maneira a coincidirem com os intervalos das bases FCT e INOV.

Figura 35: Rede CORDIS (2000 – 2012) – evolução por biénios (*out-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

O diâmetro da rede é sempre elevado e a distância média está, na maioria das vezes, para além do limite máximo que se considera possível existir proximidade relacional, o que sustenta que, ainda que conectada, o conhecimento não circula com a mesma facilidade por todas as organizações, reforçando a necessidade destas conquistarem um posicionamento mais central para melhor beneficiarem dos processos de translação do conhecimento.

Existe sempre uma grande diferença entre o *in* e *out degree* máximo e mínimo, sustentando uma estrutura hierarquizada da rede, em que um pequeno grupo de

organizações assume uma elevada centralidade local, e um grande número de organizações assume uma posição periférica. Os valores da mediana reforçam esta constatação. O mesmo comportamento é observado para os valores de *betweenness centrality*, o que reforça o caráter hierárquico da rede, neste caso em termos de centralidade global, onde um grupo restrito de organizações, cuja elevada centralidade global lhes permite desempenhar o papel de ponte com as restantes organizações e beneficiando em termos de translação do conhecimento.

Uma das constatações transversais a todos os biénios é que, apesar das organizações das organizações universitária serem sempre o grupo mais representado e o que mais frequentemente ocupa posições centrais nas redes em todos os biénios, elas também evidenciam uma diversidade relacional envolvendo outros contextos organizacionais, assumindo estas também, embora menos frequentemente, um posicionamento de grande centralidade. Isto indicia que este processo de produção de conhecimento é suportado por ligações heterofílicas em que a proximidade relacional se pode estabelecer apesar de uma certa distância organizacional. Ao longo do tempo, estes projetos europeus revelam uma tendência para que se constituam redes esparsas, hierárquicas e exogâmicas.

Onde se verifica maior variabilidade ao longo dos biénios é nas organizações que assume posições mais centrais e estruturadoras da rede. Como já constatamos aquando da análise da rede completa, as organizações que desempenham o papel de coordenadoras dos projetos de I&D (*out-degree*) são as que assumem maior centralidade local. São estas que, salvo algumas exceções, assumem também uma maior centralidade em relação à totalidade da rede.

Analisando as organizações com maior centralidade local (Anexo – Quadro 70), por norma, em cada um dos biénios, as organizações mais centrais não se repetem. Apenas quatro se posicionam repetidamente entre as organizações coordenadoras com maior centralidade por biénio: *Stichting Katholieke Universiteit* (2000 e 2001/02), *University Medical Center Utrecht* (2000 e 2005/06), *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale* (2003/04 e 2010/11) e *Commissariat a l’Energie Atomique et aux Energies Alternatives* (2003/04 e 2009/10). Tal posicionamento central repetido ao longo do tempo reforça o seu papel como atores chave nos processos de produção e translação do conhecimento nesta rede europeia com amarração em Portugal.

Além disso, há organizações que desempenham frequentemente o papel de coordenação (Anexo – Quadro 71). Assim, de um total de 187 organizações que, ao longo destes doze anos, desempenham o papel de coordenadoras destes projetos, apenas o *Consiglio Nazionale Delle Ricerche*, o *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale*, a *University of Oxford* e a *University Medical Center Utrecht* fazem-no em quatro biénios diferentes, quase sempre com valores de *out-degree* elevados. Há ainda dez organizações que desempenham este papel em três biénios, estando a Universidade do Minho integrado neste grupo de organizações. Vinte e cinco organizações desempenham-no em dois biénios, entre as quais estão a Fundação Calouste Gulbenkian e a Universidade de Aveiro. As restantes 148 organizações, incluindo todas as restantes organizações portuguesas, apenas desempenham esse papel num dos biénios. Tal demonstra que, quer em termos de centralidade local, quer em termos de frequência com que essa centralidade se verifica, existe uma estrutura claramente hierarquizada, com um pequeno grupo de organizações a participar e ocupar com maior frequência uma posição central nesta rede.

A maioria das organizações que desempenha as funções de coordenação destes projetos europeus em mais do que um biénio são universidades. No entanto, neste grupo também surgem agências governamentais, hospitais e associações/fundações.

As organizações que ao longo dos biénios vão ocupando as posições de maior centralidade no desempenho do papel de participantes destes projetos europeus estão identificadas no Anexo – Quadro 72. Há um grupo restrito de organizações com maior *in-degree* em mais que um biénio: o *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale* (5 biénios); o *Karolinska Institutet* (5 biénios), o *Centre National de la Recherche Scientifique* (5 biénios), a *Katholieke Universiteit Leuven* (4 biénios), a *Assistance Publique – Hôpitaux de Paris* (2 biénios), o *Consejo Superior de Investigaciones Cientificas* (2 biénios), o Instituto de Medicina Molecular (2 biénios), o *Instituto Superiore di Sanità* (2 biénios); e a *Università Degli Studi di Milano* (2 biénios). Estas organizações assumem-se como atores chave nestas redes, dada a regularidade com que participam nestes projetos.

Apesar de não ser o papel que mais influencia a centralidade na rede, a regularidade com que as organizações desempenham a função de participante nestes projetos de I&D ao longo dos biénios também contribui para identificar as organizações que, pelo facto de participarem frequentemente nestas redes, assumem um papel chave nestes processos de produção de conhecimento dirigido à saúde humana com amarração em Portugal. Apesar de

no desempenho do papel de participante a diversidade de ligações diretas com outras organizações ser menor, a regularidade com que as organizações desempenham o papel de participante ao longo dos biénios é maior do que a regularidade com que as organizações desempenham a função de coordenadoras (Anexo – Quadro 71 e 73). Há mesmo organizações que desempenham a função de participantes em todos os biénios analisados (Anexo – Quadro 73). Ainda que, em alguns dos casos, essas organizações não ocupem as posições mais centrais da rede, o facto de terem uma presença regular permite-lhes participar nos processos de produção de conhecimento e beneficiar de, pelo menos, parte do conhecimento que circula na rede. Esta presença regular nestas redes de I&D pode ser interpretada como um sinal de reconhecimento por parte dos pares que pretendem envolver nos projetos que coordenam organizações prestigiadas e com competências especializadas necessárias ao desenvolvimento do projeto de I&D em causa.

Entre as organizações que mais frequentemente desempenham este papel estão sobretudo organizações universitárias, ainda que também se observem organizações de outros contextos, exceto as empresas. Neste conjunto de organizações com participação mais regular é possível identificar algumas das organizações universitárias mais prestigiadas do sistema científico europeu e mundial (ex. a *University of Cambridge*, o *Institut Pasteur* ou a *University of Oxford*). Entre as organizações portuguesas, as que mais regularmente marcam presença nestas redes no desempenho do papel de participantes são o Instituto de Biologia Experimental e Tecnológica e o Instituto de Tecnologia Química e Biológica da Universidade Nova de Lisboa (em todos os biénios), o Instituto de Biologia Molecular e Celular e a Universidade do Minho (em 6 biénios), a Universidade de Aveiro, a Fundação Calouste Gulbenkian e o Instituto de Medicina Molecular (em 5 biénios). Pela sua participação regular, são as que mais contribuem e beneficiam do conhecimento que vai sendo produzido ao longo do tempo nestas redes. A participação regular nestas redes europeias de I&D permite-lhes ainda criar proximidade relacional com algumas das organizações mais prestigiadas do sistema científico europeu e mundial que nelas participam.

6.4. Rede institucional

A análise das relações interorganizacionais a partir das comunidades formadas pelo atributo da esfera institucional de ação a que pertencem permite avaliar a tendência para o estabelecimento de relações endogâmicas ou exogâmicas no âmbito destas redes

CORDIS dirigidas à saúde humana. Desta forma avalia-se a tendência para que se estabeleçam relações de maior proximidade institucional entre organizações pertencentes à mesma esfera institucional de ação (redes endogâmicas) ou relações de maior distância institucional (redes exogâmicas), evitando as relações de homofilia. O Quadro 60 faz a síntese da estrutura da análise das comunidades institucionais.

Quadro 60: estrutura de análise das comunidades institucionais.

Metodologia	Objetivos de análise
Comunidades institucionais	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar cada uma das esferas institucionais desta rede; - Analisar a proximidade/distância institucional proporcionada por esta rede; - Explorar as relações homofílicas e heterofílicas que se estabelecem e a consequente tendência para a formação de redes endogâmicas ou exogâmicas.
Subgrafos de relações adjacentes	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstrar a tendência de criação de ligações homofílicas ou heterofílicas das organizações com maior centralidade na rede, evidenciando a tendência para a formação de redes endogâmicas ou heterogâmicas.
Comunidades institucionais por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória das relações entre as diferentes esferas institucionais de ação; - Identificar a dinâmica temporal de criação de ligações endogâmicas e exogâmicas.

Fonte: elaboração própria.

6.4.1. Fronteiras institucionais e proximidade institucional

A caracterização da diversidade relacional institucional é explorada a partir da análise centrada nas relações estabelecidas entre atores pertencentes à mesma esfera institucional de ação (Figura 36 e Anexo – Quadro 74 e 75)⁹¹.

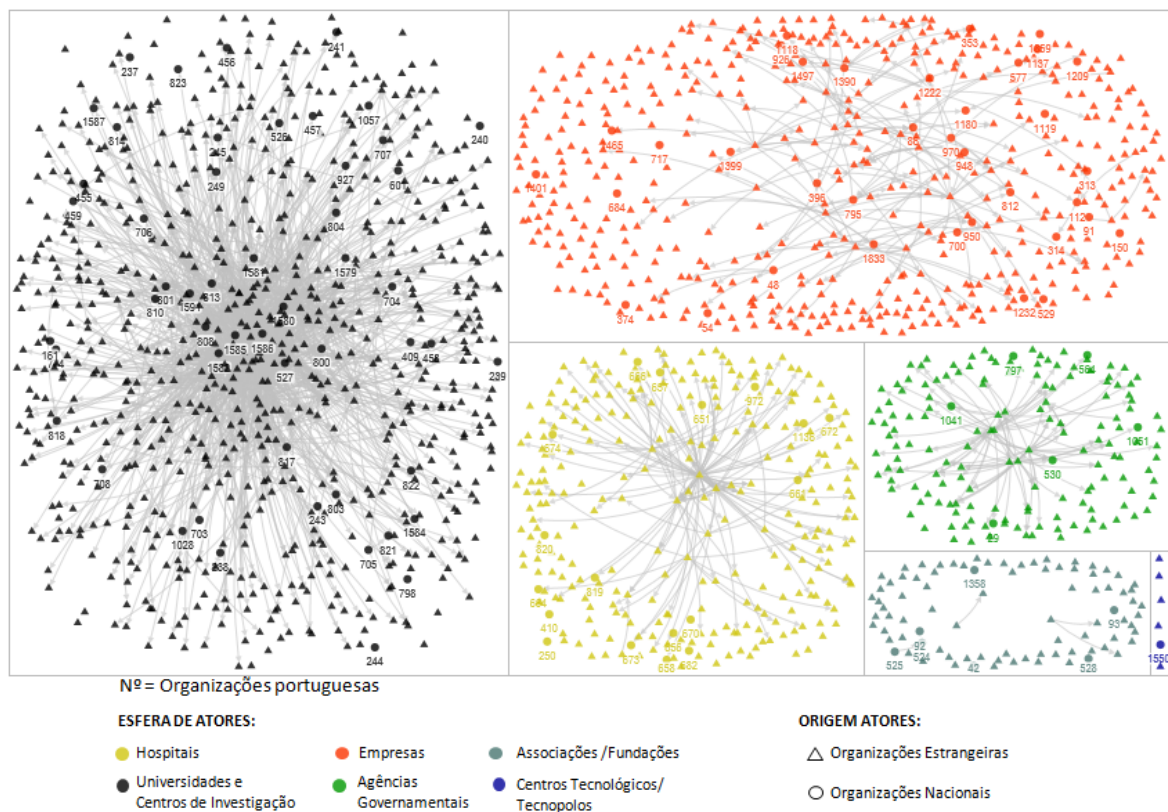
A pertença à mesma esfera institucional de ação não é um fator explicativo das relações interorganizacionais que se estabelecem nesta rede, dado que o valor de modularidade é apenas 0,12 (muito inferior a 0,3 – o valor de referência para que haja significância). Ainda assim, a exploração destas relações por esfera institucional de ação permite analisar tendências relacionais homofílicas ou heterofílicas, isto é, envolvendo maior proximidade ou maior distância institucional das relações.

Em síntese, para além da maior distância institucional não ser impeditiva da criação de proximidade relacional, no caso desta rede europeia a tendência dominante que emerge é precisamente para que se estabeleça maior proximidade relacional entre organizações institucionalmente distantes, atendendo a este critério das esferas institucionais de ação. A esfera das universidades/centros de investigação assume um papel importante na

⁹¹ As quatro instituições isoladas não foram consideradas porque se trata de uma análise centrada nas relações.

criação de proximidade relacional apesar da distância institucional, dado que é com este grupo que todos os restantes estabelecem maior número de ligações. Ainda assim, merce ser sublinhado que, no âmbito destes projetos europeus dirigidos à saúde humana, todas as esferas institucionais analisadas estabelecem proximidade relacional entre si, apesar da distância institucional, o que reforça mais uma vez o carácter relacional diversificado destas redes e o papel de orquestração e de ponte mais distribuído por diferentes esferas institucionais.

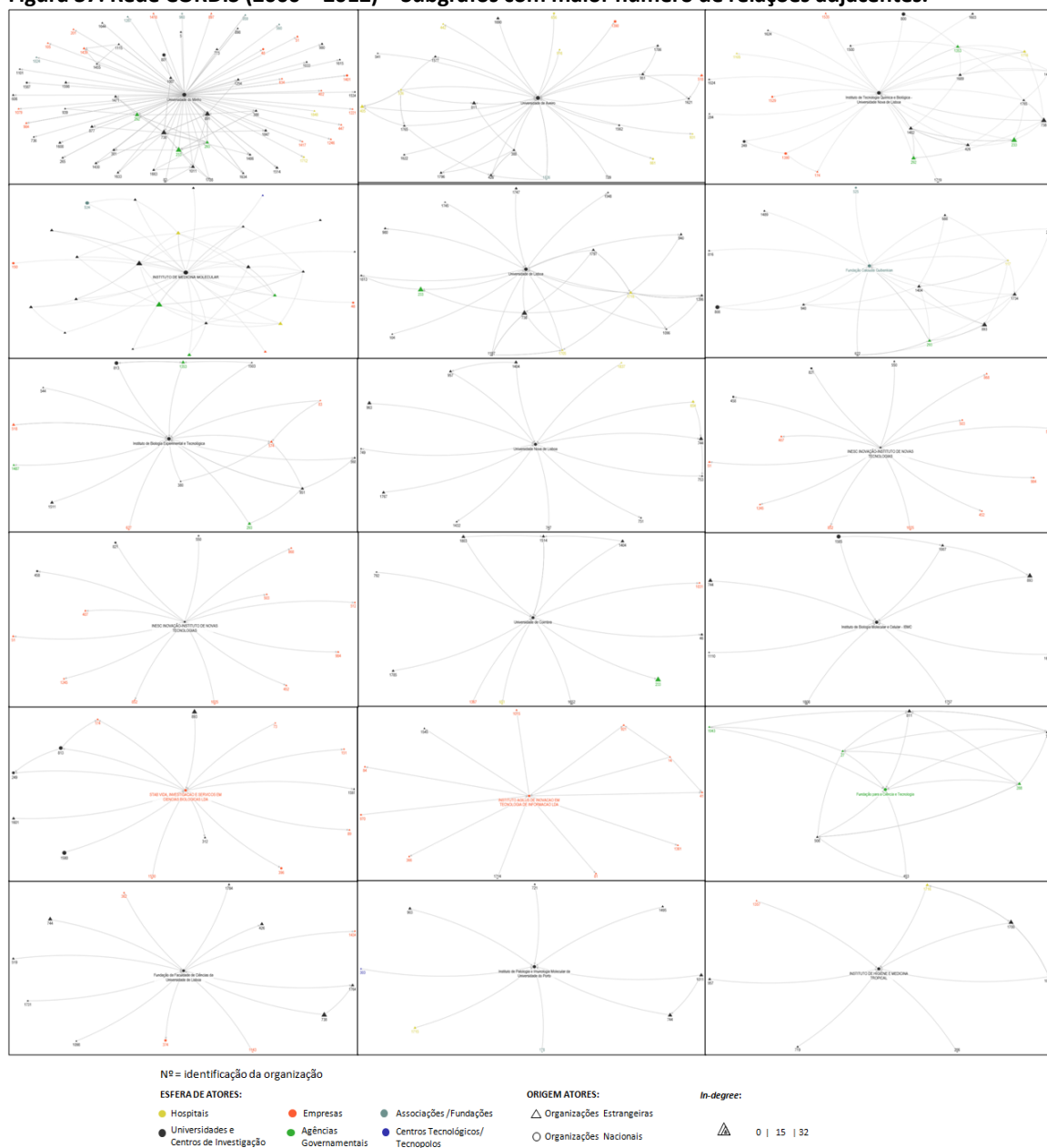
Figura 36: Rede CORDIS (2000 – 2012) – Rede de relações homofílicas.



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Procurando identificar o comportamento particular das organizações portuguesas envolvidas nesta rede europeia, nomeadamente aquelas com maior centralidade local, procedeu-se à análise das relações adjacentes destas organizações para visualizar a proximidade institucional estabelecida no âmbito destas redes europeias dirigidas à saúde humana (Figura 37).

Figura 37: Rede CORDIS (2000 – 2012) – Subgrafos com maior número de relações adjacentes.



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Quase todas as organizações portuguesas com maior centralidade local nesta rede exibem um comportamento que não se restringe ao estabelecimento de relações homofílicas, mas estendem o seu espaço relacional a organizações pertencentes a outras esferas institucionais de ação, gerando redes claramente exogâmicas que favorecem a translação de conhecimento entre atores de diferentes contextos institucionais, apesar da maior distância institucional proporcionando oportunidades de fertilização cruzada de conhecimento. Isto é, as organizações portuguesas estão em linha com o padrão relacional

interinstitucional revelado pela totalidade da rede. As únicas exceções são o IBMC e a Universidade do Porto, cujas relações adjacentes são feitas exclusivamente com organizações pertencentes à esfera das universidades/centros de investigação.

6.4.2. Trajetória institucional

A trajetória institucional confirma a tendência para o estabelecimento equilibrado, ao longo de todo o período em análise, entre relações homofílicas e relações heterofílicas. Tal significa que, no âmbito destes projetos europeus, a maior distância institucional não é impeditiva de criação de proximidade relacional, proporcionada pela aproximação cognitiva em torno do objeto do projeto. Embora, ao longo do tempo, as organizações da esfera institucional universitária correspondam a sensivelmente metade do total das organizações que constituem esta rede, existe sempre um efetivo organizacional considerável de outras esferas institucionais envolvido nestes projetos (Anexo – Quadro 76), o que possibilita a criação de ligações heterofílicas em número considerável (Anexo – Quadro 77).

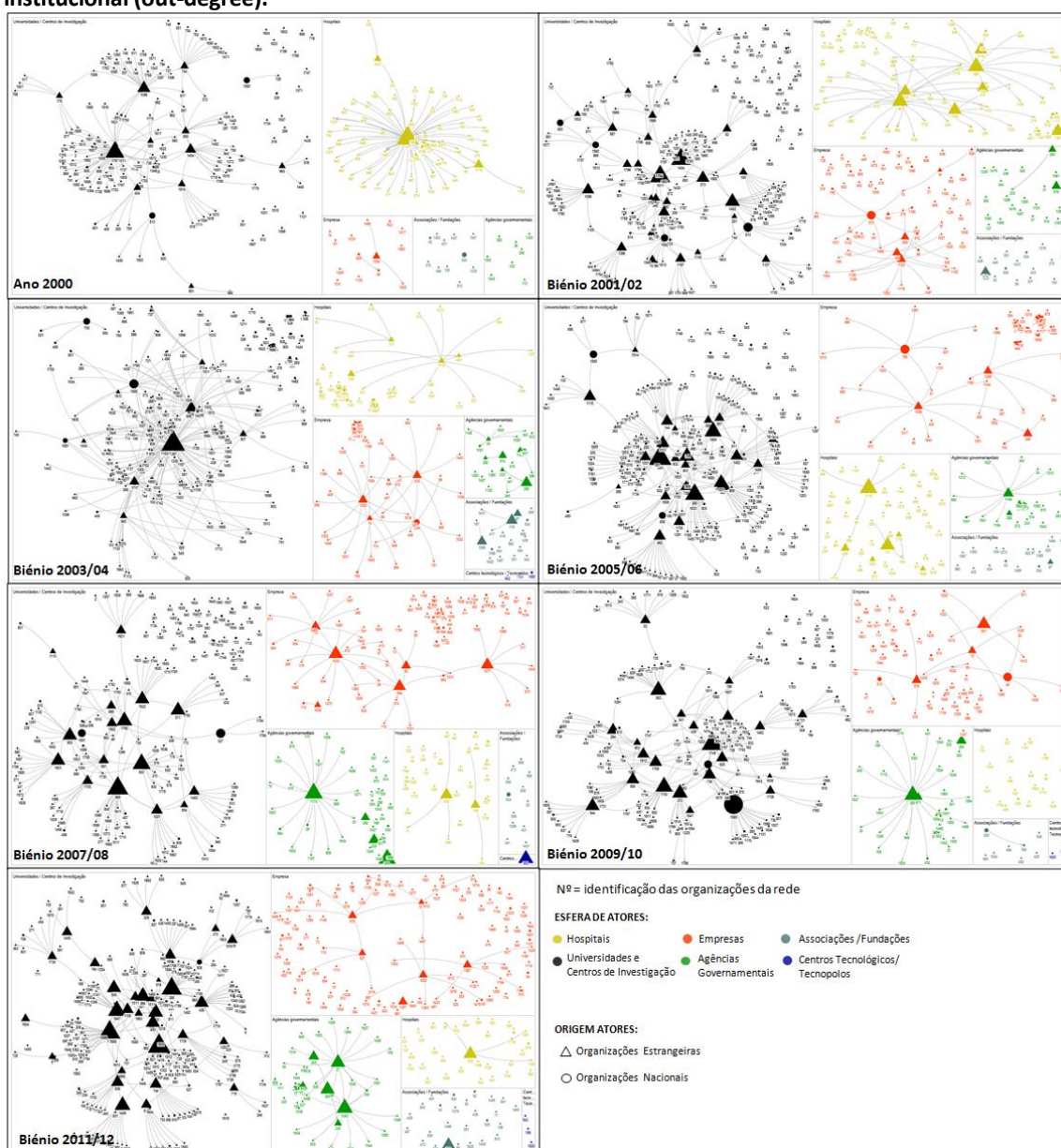
Ainda assim, observam-se variações ao longo do tempo quanto à composição dos grupos institucionais e à intensidade de ligação entre as diferentes esferas institucionais de ação (Figura 38).

Em termos de composição, a esfera institucional mais representada é sempre a universitária. No entanto, a esfera institucional dos hospitais que surge como o segundo grupo mais representado até 2004, vai reduzindo significativamente a sua presença nestas redes. A partir de 2005, a esfera institucional das empresas emerge como o segundo grupo mais representado, remetendo os hospitais para a terceira posição. A partir de 2007, a esfera institucional governamental reforça também a sua posição, substituindo os hospitais enquanto terceiro grupo mais representado (Anexo – Quadro 76 e Figura 38).

Relativamente às ligações, são as relações dentro da esfera institucional das universidades as que mais contribuem com ligações homofílicas (Anexo – Quadro 77 e Figura 38). No entanto, também são as organizações pertencentes à esfera das universidades as que estabelecem maior número de ligações heterofílicas. Também aqui há mudanças no comportamento relacional interinstitucional ao longo do tempo. Se numa fase inicial a maior proximidade relacional se efetuava entre as esferas institucionais universitária e hospitalar, a partir de 2007 essa maior proximidade passa a realizar-se entre as esferas institucionais universitárias e empresarial e as esferas universitárias e governamentais. As relações heterofílicas que não

envolvem organizações da esfera institucional das universidades são sempre residuais, representando tendencialmente valores inferiores a 1% do total de ligações do biénio. A exceção corresponde as relações entre as esferas governamentais e empresariais, cuja intensidade chega a atingir valores perto dos 5% do total de ligações no biénio 2007/08. Assim, as organizações da esfera institucional das universidades desempenham um papel central na perfuração dos invólucros institucionais, nomeadamente para estabelecer proximidade relacional com as esferas institucionais das empresas, dos hospitais e das agências governamentais.

Figura 38: Rede CORDIS (2000-2012) – evolução por biénios das comunidades segundo a esfera institucional (out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Pelo exposto, estas redes europeias dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal proporcionam oportunidades muito significativas para a criação de redes exogâmicas, aproximando organizações institucionalmente distantes e cruzando conhecimentos e competências próprias de diferentes contextos institucionais. Desta forma, possibilita a fertilização cruzada do conhecimento entre diferentes comunidades de prática e comunidades epistémicas, potenciando a prestação inovadora. A crescente aproximação entre as esferas universitária, hospitalar, empresarial e governamental, que se observa ao longo do tempo, sugere uma preocupação de promover a translação do conhecimento no sentido de reforçar a sua aplicação a produtos, processos e serviços, e remete-nos para o modelo conceptual de inovação de hélice quadrupla.

6.5. Rede geográfica

A partir da localização das organizações envolvidas nestes projetos europeus dirigidos à saúde humana explora-se a ancoragem ao território destas redes. O Quadro 61 faz a síntese da estrutura da análise da rede geográfica.

Quadro 61: estrutura de análise da rede geográfica.

Metodologia	Objetivos de análise
Rede geográfica	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar a estrutura geral da rede geográfica, identificando os diferentes níveis de centralidade granjeada pelos diferentes países envolvidos; - Revelar as escalas geográficas das relações nesta rede.
Rede geográfica por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória geográfica da rede; - Identificar países com um trajeto mais longo na rede; - Explorar a evolução da centralidade dos países.
Comunidades por lugares	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a composição organizacional e institucional de cada lugar.

Fonte: elaboração própria.

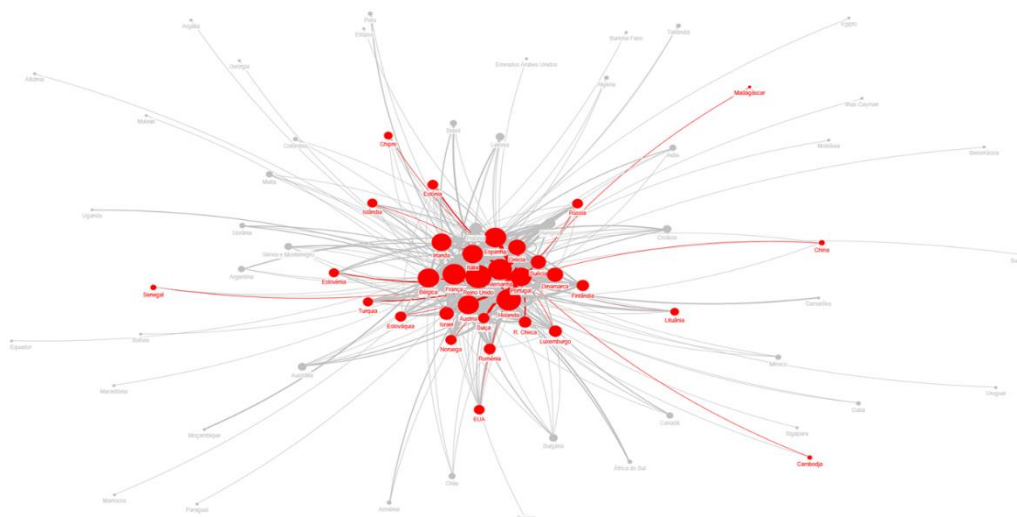
6.5.1. A escala internacional

Os projetos envolvendo organizações portuguesas configuram uma rede territorial constituída por 79 países, relacionados entre si por 3615 ligações (Anexo – Quadro 78), das quais 526 (14,6%) são ligações que ocorrem dentro das fronteiras nacionais e as restantes 3089 são ligações que se fazem fora ou para fora das fronteiras nacionais, o que demonstra que a pertença a um mesmo sistema nacional de inovação não é o fator que mais pesa na hora de estabelecer ligações no âmbito destas redes europeias dirigidas à

Europa Central (Reino Unido, Holanda, Alemanha e França). São estes que, nestes projetos, geram ligações com organizações localizadas num maior número de países (Anexo – Quadro 79).

No desempenho do papel de participante (Anexo – Quadro 79), a maior centralidade granjeada por Portugal deve-se aos critérios de seleção dos dados (obrigatoriedade de envolver, pelo menos, uma organização localizada em Portugal). Os restantes países com maior centralidade adjacente pelo desempenho do papel de participantes são coincidentes com aqueles que já assumiam elevada centralidade no desempenho do papel de coordenadores (Reino Unido, Alemanha, França, Países Baixos, Espanha, Bélgica ou Itália). Dos países que não pertencem à UE destacam-se a Suíça, a Noruega, a Islândia, a Turquia e a Rússia, e de entre os países não europeus destacam-se Israel e os EUA.

Figura 40: Rede CORDIS (2000 – 2012) – rede de relações diretas estabelecidas por Portugal



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Centrando a análise nas relações diretas estabelecidas por Portugal (Figura 40 e Anexo – Quadro 80) no desempenho do papel de proponente, este estabelece relações com 30 países diferentes, sendo que a maior intensidade reacional faz-se com organizações localizadas na Alemanha, Itália, Reino Unido, Espanha e França. Enquanto participante, Reino Unido, Alemanha, França, Espanha, Holanda, Itália e Bélgica são os países que mais dirigem ligações para organizações localizadas em Portugal.

A matriz das relações à escala nacional e internacional é apresentada no Anexo – Quadro 81. Apesar da grande maioria das relações se estabelecerem atravessando as fronteiras nacionais,

as ligações à escala nacional estão presentes, sobretudo nos países da Europa Central (Alemanha 13,4% do total de ligações ancoradas no país, Itália 11,6%, França 9,7%, Reino Unido 9,4%, Espanha 8,5%, Irlanda 7,8%, Suíça 7,2%, Holanda 6,3%, Suécia 6,2% e Portugal 5,5%).

Em termos de intensidade de ligações internacionais, a Alemanha, o Reino Unido, a França e a Itália constituem-se como o quadrilátero com maior intensidade relacional entre si. Além do mais são os países que estabelecem maior número de ligações adjacentes com diferentes países (Alemanha 988 ligações; Reino Unido 891 ligações; França 772 ligações; Itália 663 ligações) o que reforça a sua centralidade nesta rede de projetos dirigidos à saúde humana com amarração em Portugal.

Segue-se um segundo quadrilátero de países com ligações intensas entre si. É composto pela Holanda, Espanha, Portugal e Bélgica, relacionando-se todos estes de forma intensa com os países que constituem o quadrilátero central. São também o segundo grupo quanto ao número de ligações adjacentes (Holanda 504 ligações; Espanha 493; Portugal 453 e Bélgica 334). Este são também os sete países com maior intensidade relacional com Portugal, pelo que se pode considerar que esta é a geografia dos países centrais para as relações de e com as organizações portuguesas nestes projetos europeus dirigidos à saúde humana.

Um terceiro quadrilátero de centralidade é formado pela Áustria (220 ligações totais), Suíça (181), Suécia (145), Grécia (133) com ligações entre si e com ligações a todos os países pertencentes aos grupos anteriores.

Em conjunto, estes 12 países, constituem-se como um componente desta rede geográfica com ligações adjacentes entre todos os seus membros, pelo que se pode considerar como o componente geográfico mais forte desta rede de projetos europeus dirigidos à saúde humana que envolve organizações portuguesas.

Um quarto grupo é formado pela Dinamarca (122 ligações totais), Irlanda (102), República Checa (86), Israel (79), Polónia (66) e Finlândia (59), todos eles também com ligações adjacentes a Portugal. Um quinto grupo é formado pela Hungria (39 ligações totais), Roménia (33), Noruega (34), Rússia (27), Eslováquia (26), Luxemburgo (25), Turquia (25), mas neste caso, nem todos exibem relações adjacentes a Portugal, nomeadamente a Polónia e a Hungria, pelo que as relações com estes dois países são mediadas por organizações localizadas em países terceiros. O sexto nível de periferia desta rede

geográfica é ocupado pela Estónia, EUA, Eslovénia, Islândia, Croácia, Lituânia, Austrália, Brasil, Letónia, Bulgária, Sérvia, Montenegro, Argentina e Chipre, cujas relações variam entre 16 e 6 ligações totais. Os restantes 41 países constituem a periferia desta rede geográfica com valores muito baixos quanto à diversidade e ao número de ligações.

A centralidade global na rede geográfica (Anexo – Quadro 82) revela-nos, no entanto, algumas alterações face à centralidade adjacente. O Reino Unido e a França são os países com maior centralidade global, o que significa que por estes países passa o caminho mais próximo com o maior número de países desta rede, pelo que a criação de relações adjacentes com estes dois países tem maior potencial para possibilitar a criação de proximidade com outros países da rede. Seguem-se a Bélgica, Holanda, Espanha e Alemanha, como os países que ocupam um segundo nível de centralidade global na rede geográfica. O terceiro nível é ocupado por Portugal e pela Grécia. Irlanda, Itália e Áustria configuram o quarto nível de centralidade geográfica. O quinto nível de centralidade global é ocupado pelo Luxemburgo, Dinamarca e Suécia. O sexto nível é constituído pelos últimos 11 países do Anexo – Quadro 82. O sexto nível é constituído por todos os restantes países que não se posicionam no trajeto mais curto de ligação entre os diferentes nós da rede, o que lhes confere uma posição periférica nesta rede de projetos europeus dirigidos à saúde humana, envolvendo organizações localizadas em Portugal.

Em síntese, o Reino Unido, a França, a Alemanha e a Itália são o centro geográfico das relações de e com Portugal nestes projetos europeus de saúde humana. A este núcleo juntam-se ainda a Holanda, a Espanha, a Bélgica, a Áustria, a Suíça, a Suécia e a Grécia enquanto territórios centrais nas relações de e com Portugal no âmbito destes projetos europeus dirigidos à saúde humana com amarração em Portugal.

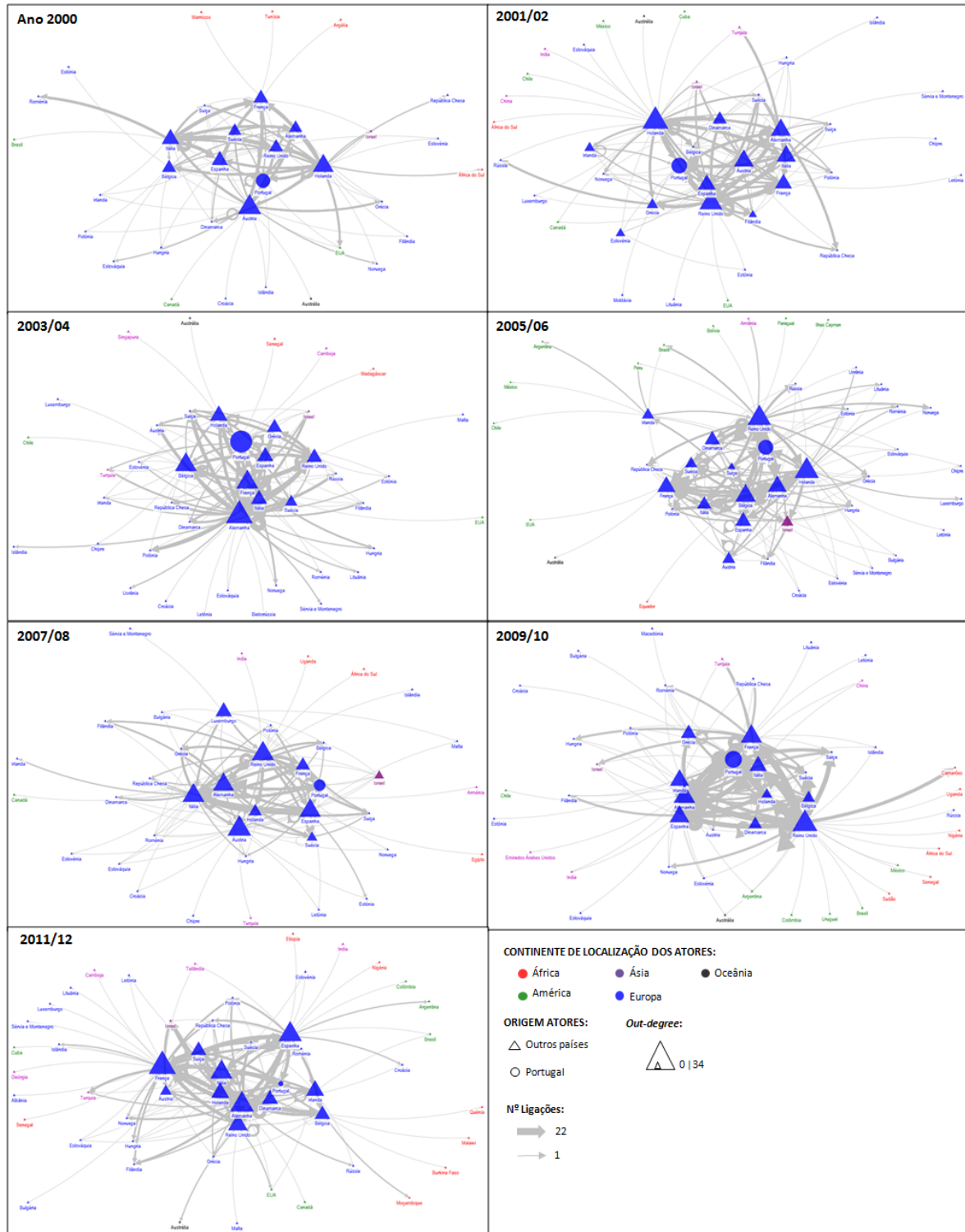
6.5.2. Trajetória territorial por países

A partição da rede em biénios, à exceção do ano 2000 que permanece isolado, possibilita uma análise evolutiva do comportamento territorial por países no âmbito destes projetos europeus dirigidos à saúde humana envolvendo organizações portuguesas (Figura 41).

Ao longo do tempo, as redes estruturam-se num único componente, observando-se uma ligeira tendência para que envolvam um maior número de países (Anexo – Quadro 83). A exceção a esta tendência é o biénio 2007/08. Já quanto ao total de ligações, o comportamento é oscilante, com uma tendência para aumentarem entre 2000 e 2004 e para diminuírem entre

2005 e 2010. As ligações realizadas à escala nacional (*self-loops*) seguem esta mesma tendência.

Figura 41: Rede CORDIS (2000 – 2012) – evolução da rede de relações entre países (*out-degree*)



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

No papel de proponentes (Anexo – Quadro 84), do total de 18 países com organizações que desempenham este papel, apenas o Luxemburgo, a Eslovénia e a Finlândia o fazem num único biénio. Alemanha, Reino Unido, França, Holanda, Espanha, Itália e Portugal têm as trajetórias mais longas e ininterruptas no desempenho deste papel, granjeando tendencialmente níveis consideráveis de centralidade ao longo do tempo (exceto Portugal no biénio 2011/12). Estes são os países que revelam uma dinâmica central na estruturação das ligações dos projetos que envolvem organizações portuguesas. Observa-se um lastro ininterrupto de proximidade relacional estabelecido por organizações proponentes localizadas nestes países

É sobretudo pelo desempenho do papel de participante que estas redes se alargam a um leque mais abrangente de países (Anexo – Quadro 85). Dos 79 países com organizações que desempenham este papel, 27 (34,2%) apenas surgem num biénio, pelo que a sua participação, em termos temporais, é muito pontual. Este grupo é constituído essencialmente por países não europeus ou por países europeus que não pertencem à UE (Albânia, Bielorrússia, Macedónia e Moldávia).

O grupo dos países com trajetória mais longa e ininterrupta no desempenho do papel de participante destes projetos envolvendo organizações portuguesas é extenso (22 países que corresponde a 27,8% dos países desta rede). Este grupo é constituído quase exclusivamente por países da Europa (Israel é a única exceção) e membros da UE (Suíça e Noruega são as únicas exceções). No entanto, ao longo do tempo, a maior centralidade é granjeada pelo mesmo grupo de países anteriormente identificado como o centro destas redes de projetos envolvendo organizações portuguesas (Reino Unido, Alemanha, França, Itália, Holanda, Espanha, Bélgica e Suécia). Independentemente da menor centralidade adjacente, ao longo do período em análise, no âmbito destes projetos gera-se proximidade relacional ininterrupta entre organizações portuguesas e organizações localizadas em 21 países diferentes.

Entre os países não europeus que mais frequentemente estão envolvidos nestas redes encontra-se Israel (presente em todos os biénios), a Austrália (presentes em 6 dos 7 biénios analisados), a Rússia, a Turquia e os EUA (presentes em 5 dos 7 biénios analisados) e o Brasil, Canadá, Índia, África do Sul e Chile (presentes em 4 dos 7 biénios analisados).

Os indicadores de centralidade global por biénio (Anexo – Quadro 86) vêm reforçar que, ao longo do tempo, o centro geográfico das relações estabelecidas por organizações portuguesas é constituído pelo Reino Unido, França, Alemanha, Países Baixos, Espanha, Bélgica, Itália e Suécia. São estes que granjeiam ininterruptamente posições de

centralidade global na rede ao longo do período em análise, a grande maioria com valores muito elevados (a exceção é a Suécia), funcionando como ponte de ligações com outras organizações localizadas noutros países.

Em síntese a geografia das relações internacionais de projetos europeus de I&D para a saúde humana envolvendo organizações portuguesas faz-se centrada nos países com sistemas de inovação mais desenvolvidos como são os casos da Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Holanda, Espanha, Bélgica ou Suécia.

6.5.3. Composição dos nós da rede geográfica por países

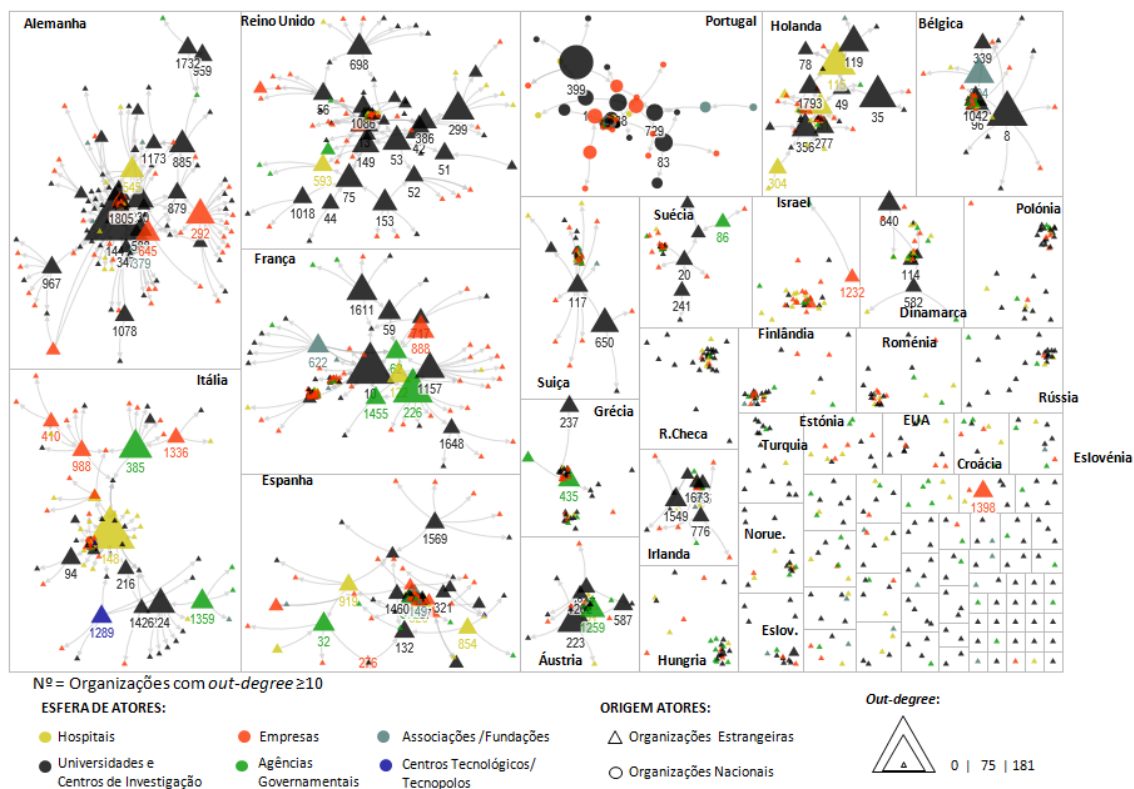
A estruturação da rede em comunidades por países (Figura 42 e Anexo – Quadro 87) revela que o sistema nacional com maior número de organizações é a Alemanha (223 organizações), seguindo-se Itália (189), Reino Unido (179), França (170) e Espanha (149). Portugal é o sexto país quanto ao número de organizações presentes nesta rede (116 organizações).

Quanto à composição segundo às esferas de ação organizacionais, observa-se uma composição diversificada, nomeadamente nos ecossistemas nacionais com maior densidade organizacional (Figura 42). Destacam-se as organizações universitárias, dominantes quanto ao número e ao desempenho do papel de coordenação dos projetos. Observa-se também uma presença significativa de organizações das esferas empresarial, hospitalar e agências governamentais. Ainda assim, existem variações, nomeadamente em França, onde as agências governamentais assumem grande centralidade como coordenadoras, e em Itália e Holanda, onde os hospitais granjeiam grande centralidade no desempenho deste papel. Em Portugal essa diversidade também é observável, assumindo as organizações da esfera universitária a maior centralidade na coordenação destes projetos.

Quanto ao papel desempenhado por essas organizações (Anexo – Quadro 87), a coordenação deste tipo de projetos é realizada essencialmente pelas organizações localizadas no Reino Unido (17,2% do total de organizações coordenadoras destes projetos em rede), seguindo-se a Alemanha (15,1%), Espanha (14,5%) e a Itália (9,1%). São estes países que revelam maior capacidade de liderança dos projetos europeus que envolvem organizações portuguesas, sendo ainda possível identificar estes países como aqueles cujas organizações, no desempenho do papel de coordenação de projetos europeus, mais envolvem organizações localizadas em Portugal. As organizações localizadas em Portugal

envolvem-se nestas redes essencialmente pelo desempenho do papel de participantes (113, o que corresponde a 97,4% das organizações portuguesas). Apenas 16 organizações (13,8% do total de organizações portuguesas) assumem a função de coordenação, correspondendo a 8,5% do total de organizações coordenadoras desta rede, o que pode ser interpretado como uma débil capacidade de liderança das organizações portuguesas envolvidas neste sistema europeu.

Figura 42: Rede CORDI (2000 – 2012) – comunidades organizacionais por país (*out-degree*)⁹².



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

No total, a rede compreende organizações localizadas em 79 países, o que confere múltiplas possibilidades para a criação de ligações internacionais. Um indicador significativo do carácter internacional das relações desenvolvidas no âmbito desta rede resulta do número de organizações que nunca estabelecem ligações à escala nacional no âmbito destes projetos. Isto é, 72,6% das organizações ficam isoladas quando se removem as ligações internacionais (Anexo – Quadro 88). São organizações que se envolvem nestes projetos apenas por via das ligações internacionais. Tal significa que estes projetos estão a

⁹² O grafo foi representado segundo o algoritmo de Harel-Koren Fast Multiscale.

contribuir para o reforço da conectividade entre organizações de diferentes países, particularmente aqueles pertencentes à União Europeia.

Há, no entanto, exceções. Nos casos particulares da Alemanha e do Reino Unido, o número de organizações que nunca estabelecem ligações à escala nacional cai para próximo dos 50% (Anexo – Quadro 88). É um sinal de que para os países com maior densidade, diversidade e capacidade de liderança/prestígio organizacional, a escala nacional tem algum significado para a criação de relações, mesmo tratando-se de projetos europeus. Aliás, o total de ligações (nacionais e internacionais) destes dois países representa, respetivamente, 27,3% e 24, 8% do total de ligações da rede. Isto é, em conjunto, mais de metade das ligações desta rede europeia tem amarração na Alemanha ou no Reino Unido, o que coloca estes dois países no centro desta rede. Seguem-se a França (21,3%), Itália (18,4%), Holanda (13,9%), Espanha (13,6%) e Portugal (12,5%) mas, neste caso, tem de se considerar que o critério de seleção dos projetos implica a existência de, pelo menos, uma ligação a uma organização localizada no território português.

Ainda assim, observam-se 526 ligações internas à escala nacional que representam 14,6% do total de ligações (Anexo – Quadro 88). Alemanha, Reino Unido, Itália e França são os países que estabelecem maior número de ligações internas, mas representam uma pequena percentagem do total das ligações da rede. No caso de Portugal, as ligações nacionais representam 0,7% do total das ligações da rede. No entanto, a maioria das ligações faz-se atravessando as fronteiras de cada sistema nacional o que atesta a importância destes projetos europeus para o reforço das ligações internacionais, suportada por mecanismos de criação de proximidade relacional, apesar da distância geográfica.

Analisando a centralidade das organizações por países (Anexo – Quadro 89), mais uma vez, e apesar dos critérios de seleção destes projetos implicarem o envolvimento de, pelo menos uma organização localizada em Portugal, não é neste país que se encontram as organizações mais centrais (centralidade local e centralidade global) da rede. Em termos de centralidade adjacente granjeada pelo desempenho do papel de coordenador dos projetos (*out-degree*), destacam-se as organizações sediadas na Alemanha (*Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg*), Itália (*Azienda Ospedaliera di Padova*) e França (*Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale*). Atendendo à centralidade adjacente, granjeada pelo desempenho do papel de participantes, as maiores centralidades são

obtidas por organizações localizadas em França (*Centre National de la Recherche Scientifique* e o *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale*), Suécia (*Karolinska Institutet*), na Bélgica (*Katholieke Universiteit Leuven*) e Reino Unido (*University College London*). Quanto à centralidade global na rede a França, Alemanha, Bélgica e Itália são novamente os países onde se localizam as organizações mais centrais, seguindo-se Portugal (Universidade do Minho). Assim, esta rede de projetos europeus com amarração em Portugal é estruturada sobretudo por organizações com grande prestígio, localizadas fora de Portugal. Ainda assim, existem algumas organizações sediadas em Portugal que granjeiam uma centralidade considerável. Dado que um dos objetivos é explorar a inserção das organizações portuguesas nestas redes europeias, faz-se uma análise centrada exclusivamente nas organizações nacionais envolvidas nestes projetos europeus. A análise das relações interorganizacionais que ocorrem dentro da escala nacional reforça a constatação de que estes projetos de I&D são sustentados essencialmente em ligações que vão além das fronteiras nacionais. Mais de 74% das organizações portuguesas envolvidas nesta rede ligam-se apenas com organizações internacionais, sem nunca se relacionarem com organizações portuguesas. Neste tipo de projetos, as ligações interorganizacionais que ocorrem exclusivamente à escala nacional são residuais (Anexo – Quadro 90). Assim, estes projetos europeus são uma oportunidade para que as organizações localizadas em Portugal criem laços com organizações internacionais.

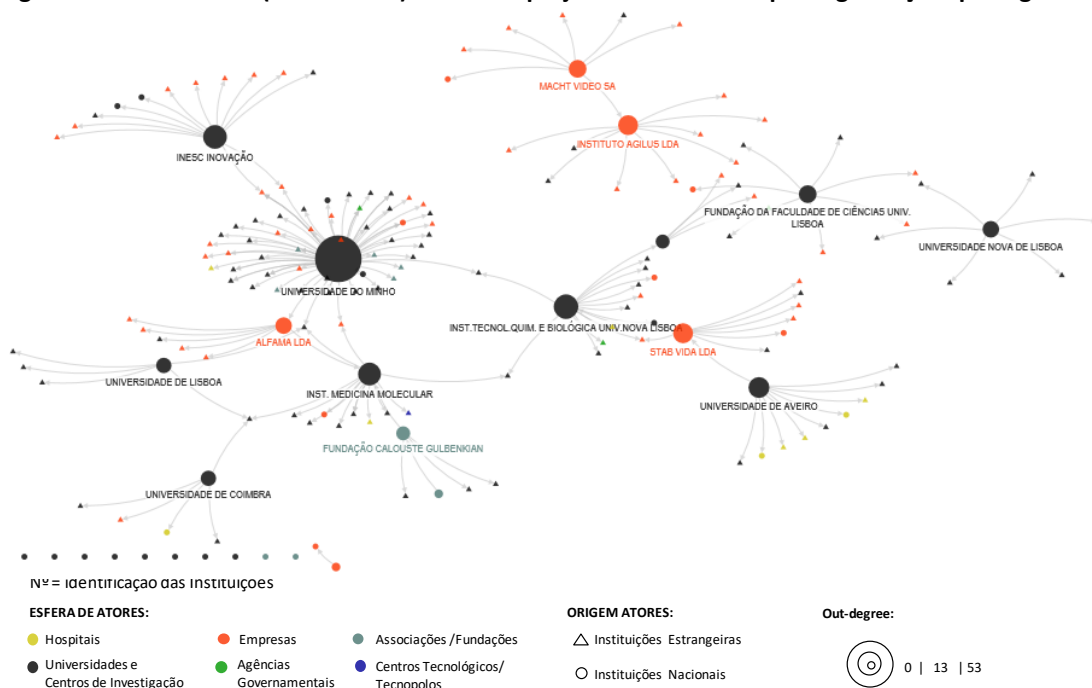
O foco na análise das redes em função do papel desempenhado pelas organizações portuguesas nestes projetos europeus de I&D dirigidos à saúde humana (coordenador / participante) permite caracterizar a forma de envolvimento das organizações nacionais neste sistema europeu de apoio ao I&D dirigido à saúde humana.

Durante o período em análise, apenas 17 organizações portuguesas assumem o papel de coordenadoras de projetos europeus dirigidos à saúde humana. Estes projetos de I&D coordenados por organizações portuguesas originam uma rede constituída por 5 componentes conectados e 10 organizações isoladas. Trata-se de uma rede esparsa, com baixa conectividade e fragmentada, estruturando-se em torno das organizações coordenadoras dos projetos, sem muitas relações diretas entre estas (Anexo – Quadro 91 e Figura 43).

Quando comparada com a rede completa, esta rede parcial dos projetos coordenados por organizações portuguesas representa apenas 9,3% do total de organizações e 4,9% do total de ligações. Ou seja, apenas uma pequena parte da totalidade das relações

estabelecidas com diferentes organizações se faz graças ao desempenho do papel de coordenação dos projetos. A maioria destas relações faz-se no desempenho do papel de participante.

Figura 43: Rede CORDIS (2000 – 2012) – Rede de projetos coordenados por organizações portuguesas



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Em termos de composição, a rede das organizações portuguesas que coordenam estes projetos (Figura 43) é constituída por relações diretas com múltiplas organizações de diferentes esferas institucionais de ação, com particular relevância para as organizações universitárias, empresariais e hospitalares. Assim, trata-se de uma rede essencialmente poligâmica – envolvendo vários parceiros – e exogâmica – envolvendo diferentes esferas institucionais de ação – em linha com as características observadas para a rede completa. A esfera universitária predomina e assume a maior centralidade adjacente no desempenho do papel de coordenação dos projetos em rede, as empresas também assumem esta função, assim como as fundações orientadas para a investigação científica (Anexo – Quadro 92).

Em termos de centralidade adjacente (Anexo – Quadro 92), a organização mais central na coordenação destes projetos europeus em rede é a Universidade do Minho, relacionando-se com 53 organizações diferentes. Durante o período em análise a Universidade do Minho conquista 4 projetos europeus em rede interorganizacional por si coordenados. São

projetos que se dirigem a nanobiodispositivos com fins terapêuticos e de diagnóstico; a sinais bioquímicos moleculares para aplicações biotecnológicas; a biomateriais com potencial para o desenvolvimento de medicamentos anticancerígenos e de novas aplicações biomédicas e industriais resultantes das esponjas marinhas (biotecnologia marítima); e a novas tecnologias de produção de tecidos de osso e cartilagem para tratamentos terapêuticos.

O Instituto de Medicina Molecular desenvolve 4 projetos em rede dirigidos a combater bactérias, vírus da dengue e neurodegeneração; a moléculas RNA na saúde e na doença humana; a medicamentos direcionados à dor e neurodegeneração; e a novas estratégias terapêuticas para a doença de inclusão nuclear causada pela expansão da polialanina.

Seguem-se o Instituto de Tecnologias Químicas e biológicas com dois projetos, um sobre preservação de biomateriais e outro sobre a resistência patogénica das vias respiratórias das crianças. A Universidade de Aveiro desenvolve 2 projetos em rede dirigidos, um ao desenvolvimento de metodologias e ferramentas para melhorar o trabalho em equipa nos hospitais, outro para a criação de um laboratório virtual para aceder e integrar informações genéticas e médicas para aplicações de saúde. A Fundação da Faculdade de Ciências desenvolve 1 projeto em rede internacional direcionado à função proteica para a produção de medicamentos. O INESC desenvolve um projeto em torno dos implantes de titânio.

Em termos territoriais, a maioria das organizações que participam nestes projetos em rede coordenados por organizações portuguesas estão localizadas fora de Portugal. As relações são maioritariamente estabelecidas através de ligações únicas, à exceção de um reduzido grupo de organizações com quem se estabelecem ligações no âmbito de mais do que um projeto europeu, coordenados maioritariamente pela Universidade do Minho (Anexo – Quadro 93). Emerge assim um carácter muito pontual das ligações estabelecidas no âmbito destas redes colaborativas coordenadas por organizações portuguesas ao abrigo dos projetos europeus, que na maioria dos casos ocorrem apenas no âmbito de um projeto para todo o período em análise. Por outro lado, são poucas as relações diretas entre as diferentes organizações portuguesas que desempenham o papel de coordenadoras, não existindo reciprocidade nos poucos casos em que este tipo de ligações diretas ocorre (índice de reciprocidade dos pares de vértices e das ligações = 0). São exemplos de ligações diretas as relações entre a Universidade de Aveiro e a Stab Vida Lda., ou da Fundação

Calouste Gulbenkian e o Instituto de Medicina Molecular (Figura 43). Tal indicia que, nesta rede, não é privilegiada a proximidade territorial nas relações.

Quanto à centralidade global, são as organizações coordenadoras que granjeiam as posições mais centrais. Uma mesma organização internacional raramente é partilhada por mais que uma organização portuguesa que desempenha o papel de coordenadora. Nos casos em que tal acontece, estas organizações internacionais desempenham o papel de ponte entre as organizações portuguesas que coordenam estes projetos europeus, granjeando elevada centralidade global. São exemplo disso o *Institut National de la Santé et de la Recherche Medicale* ou a *Università degli Studi di Napoli Federico II* (Anexo – Quadro 94).

Atendendo a este retrato, pode-se concluir que, no processo de seleção dos parceiros, as organizações portuguesas que coordenam este tipo de projetos privilegiam a criação de ligações com organizações internacionais, o que favorece a criação de redes internacionais em detrimento de outras escalas territoriais de relacionamento. Pode-se concluir ainda que o desempenho deste papel por parte das organizações portuguesas favorece a criação de proximidade relacional, apesar da distância geográfica. Por outro lado, as organizações portuguesas com capacidade de coordenação revelada nestes projetos europeus, podem ser considerados atores-chave do sistema nacional de I&D dirigido à saúde humana.

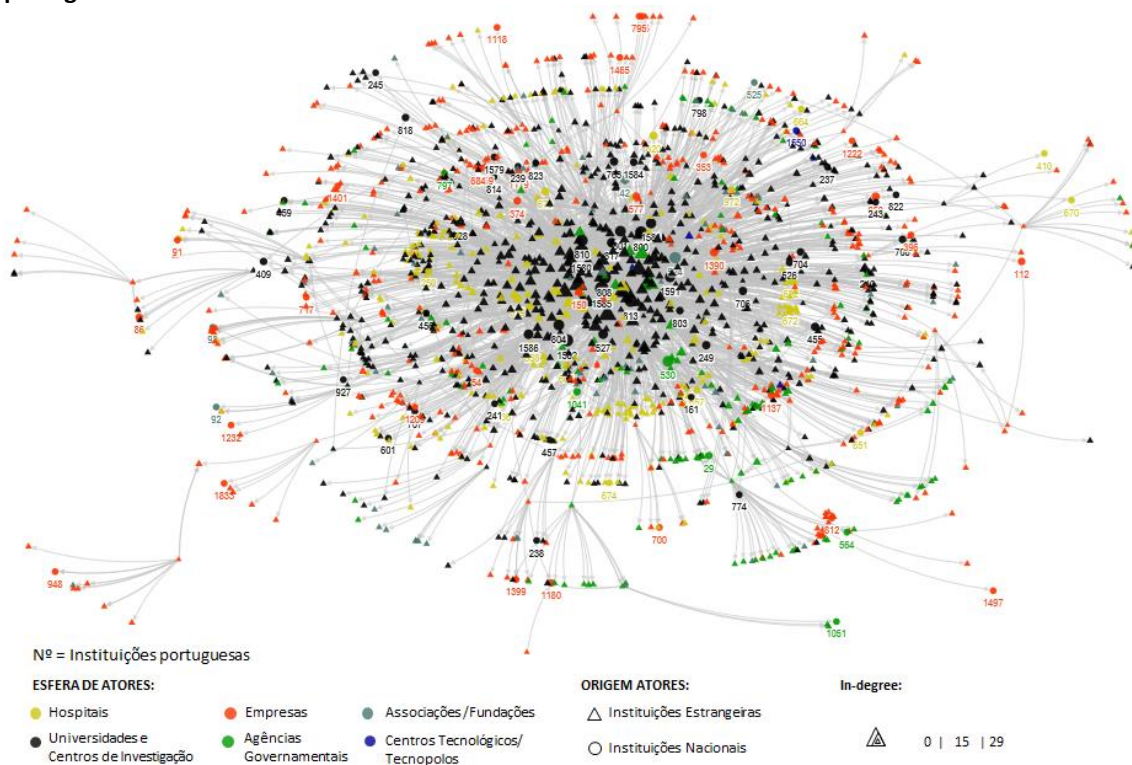
É no desempenho do papel de participante nos projetos de I&D que as organizações portuguesas mais ampliam a sua possibilidade de relacionamento interorganizacional e de participação nestas redes europeias. A rede parcial resultante da análise dos projetos em que as organizações portuguesas desempenham o papel de participantes (Figura 44) assume uma configuração geral semelhante à da rede completa dos projetos europeus dirigidos à saúde humana explorada inicialmente.

A rede parcial é constituída apenas por 3 componentes, sendo que o maior componente reúne cerca de 99% das organizações e das ligações. Atendendo à baixa densidade do grafo, pode-se considerar que este exibe uma estrutura esparsa, mas conectada. Por outro lado, atendendo ao elevado *in* e *out-degree* de algumas organizações, esta é uma rede hierárquica (Anexo – Quadro 95). É uma rede que mantém as características poligâmicas, exogâmicas e um perfil relacional claramente internacional.

Por outro lado, quando comparada com a rede completa, esta rede parcial dos projetos em que as organizações portuguesas desempenham o papel de participantes representa 91% do total de organizações e 95% do total de ligações. Ou seja, a maior parte das

oportunidades de relacionamento das organizações localizadas em Portugal faz-se graças ao desempenho do papel de participante em projetos coordenados por organizações localizadas fora de Portugal.

Figura 44: Rede CORDIS (2000 – 2012) – rede de projetos com a participação de organizações portuguesas.



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

A Universidade de Aveiro obtém a maior centralidade adjacente no desempenho do papel de participante, seguida pela universidade do Minho, pelo Instituto de Medicina Molecular, pelo Instituto de Tecnologia Química e Biológica (UNL) e pela Universidade de Lisboa (Anexo – Quadro 96). Do total de 116 organizações portuguesas envolvidas nestas redes europeias, apenas 39 (33,6%) se envolvem em 2 ou mais projetos pelo desempenho do papel de participantes. Neste grupo de organizações com maior centralidade pelo desempenho do papel de participantes predominam organizações da esfera institucional das universidades. No entanto, pode-se constatar a presença de organizações das restantes esferas institucionais, embora em número muito mais reduzido.

Em síntese, a participação das organizações portuguesas nestas redes europeias faz-se essencialmente pelo desempenho do papel de participante, envolvendo maioritariamente organizações universitária. A baixa presença de organizações de outras esferas

institucionais, nomeadamente da esfera empresarial, é uma fragilidade que dificulta a conversão do conhecimento em serviços ou produtos a partir de empresas sediadas no território nacional. Tal representa um risco de drenagem do conhecimento produzido pelas organizações portuguesas, que acaba absorvido por organizações empresariais localizadas noutros países. Por outro lado, ao longo do período em análise, a maioria das organizações portuguesas envolvem-se apenas em um projeto, o que pode ser interpretado como um sinal de uma presença ainda débil nestas redes europeias de projetos de I&D dirigidos à saúde humana.

6.5.4. Composição dos nós da rede geográfica por lugares

Apesar das relações ocorrerem essencialmente à escala internacional, a sua ancoragem faz-se em organizações localizadas em determinados lugares. Assim, construiu-se uma rede por lugares, com o propósito de identificar os principais territórios de amarração destas redes.

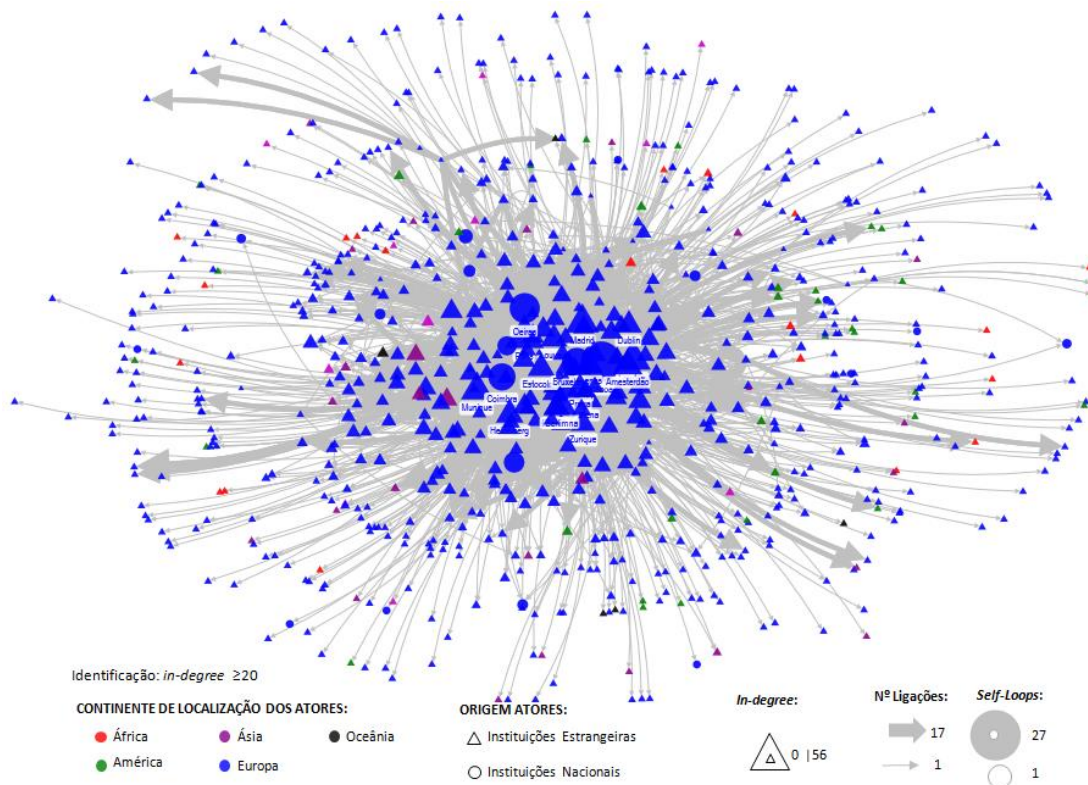
A rede tem amarração a 750 lugares, relacionadas entre si por 3615 ligações (Anexo – Quadro 97), das quais 122 (3,4%) são ligações locais que ocorrem dentro das fronteiras do mesmo concelho e as restantes 3493 são ligações que perfuram as fronteiras desta escala geográfica (85,5% entre localizações em países diferentes e 11,1% entre localizações dentro do mesmo país). Estes dados sublinham a natureza predominantemente internacional desta rede de projetos europeus.

A rede por lugares organiza-se num único componente, com uma distância máxima de 5 saltos entre os nós mais afastados. Quanto à estrutura (Anexo – Quadro 97 e Figura 45), configura-se numa rede hierárquica. A diferença entre os valores de *degree (in e out)* de cada lugar, a avaliar pela diferença entre os máximos e os mínimos e pelos valores da média e, sobretudo, da mediana, comprovam uma estrutura centrada num pequeno grupo de lugares com elevada centralidade adjacente. A mesma estrutura hierárquica emerge da análise da centralidade global, com um grupo reduzido de lugares a ocuparem as posições centrais e a grande maioria com uma centralidade baixa ou nula (a mediana é 0), ocupando posições periféricas na rede.

Existem 119 lugares com organizações que desempenham o papel de proponentes nesta rede de projetos europeu dirigidos à saúde humana (Anexo – Quadro 98). Os países com maior número de lugares com organizações envolvidas no desempenho deste papel são a

Alemanha (21); Reino Unido (19); Itália (13); Espanha (12); Holanda (11) e França (6). No caso de Portugal, são 7 os lugares com organizações que desempenham este papel de proponentes.

Figura 45: Rede CORDIS (2000 – 2012) – rede de relações entre lugares (*in-degree*)



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Uma análise detalhada aos valores de centralidade adjacente granjeados no desempenho do papel de proponentes (Anexo – Quadro 98) permite identificar três lugares que se destacam: Paris com 169 ligações diferentes, Heidelberg com 163 e Londres com 122.

Segue-se um segundo grupo de lugares cuja centralidade adjacente varia entre 92 e 50 relações com lugares diferentes: Viena, Roma, Pádua, Barcelona, Louvain, Munique, Madrid, Nijmegen, Utrecht e Bruxelas.

O terceiro grupo é composto por um conjunto de 20 lugares, cuja diversidade de relações adjacentes oscila entre 45 e 25 ligações. É neste grupo que se podem encontrar as primeiras cidades portuguesas: Braga (44 ligações diferentes), Lisboa (42 ligações diferentes) e Oeiras (31 ligações diferentes).

Segue-se um grupo composto por 38 lugares que estabelecem, cada um, entre 24 e 10 ligações adjacentes com diferentes concelhos.

O último grupo quanto à centralidade adjacente no desempenho do papel de proponente é composto por 48 lugares, cujas ligações adjacentes oscila entre 9 e 1. Neste grupo incluem-se as cidades portuguesas de Aveiro, (9 ligações diferentes), Matosinhos, (8), Coimbra, (4) e Guimarães (1).

Os restantes 631 concelhos envolvidos nestas redes não têm qualquer organização que desempenhe o papel de proponente.

Centrando a análise nos lugares com organizações que desempenham a função de participantes (Anexo – Quadro 99), a grande maioria dos lugares ligados nesta rede (736 no total) têm organizações envolvidas como participantes. Há apenas 14 lugares que se envolvem exclusivamente pelo desempenho do papel de proponente.

Uma análise detalhada aos valores de centralidade adjacente granjeados no desempenho do papel de participante (Anexo – Quadro 99) permite identificar Lisboa (56), Paris (52) e Londres (44) como as cidades que granjeiam maior centralidade geográfica pelo desempenho deste papel. Convém lembrar que se trata de uma rede de projetos cujo critério de seleção implica o envolvimento obrigatório de organizações localizadas em Portugal, o que claramente beneficia o posicionamento de Lisboa. Segue-se um grupo de 19 cidades com uma centralidade compreendida entre 39 e 21 ligações diretas com outros concelhos. É neste segundo nível de centralidade que se encontram os concelhos de Oeiras (31), Porto (30) e Coimbra (25). Num terceiro nível de centralidade estrutura-se um grande grupo de 51 lugares com um intervalo de 19 a 10 ligações adjacentes. Os concelhos de Aveiro (14) e Braga (12) integram este grupo. O quarto nível é constituído por 73 lugares que estabelecem entre 9 e 5 ligações com diferentes concelhos. Neste grupo inclui-se Almada (6). O quinto nível é composto por 79 lugares com um intervalo 4 e 3 ligações diretas diferentes: Santa Maria da Feira (4), Matosinhos (3), Guimarães (3) e Faro (3) posicionam-se neste grupo. Por último, surge um grande grupo de 511 lugares cuja centralidade nesta rede geográfica não vai além do estabelecimento de ou 1 de ligações diferentes. Neste grupo integram-se as cidades portuguesas do Funchal e Leiria, cada uma com 2 ligações adjacentes, e Amadora, Caldas da Rainha, Covilhã, Évora, Loures, Lourinhã, Maia, Ovar, Ponta Delgada, Trofa e Vila Nova de Famalicão, que estabelecem apenas 1 ligação diferente.

Orientando a análise para a centralidade global nesta rede geográfica por concelhos (Anexo – Quadro 100), Paris emerge claramente como mais central, assumindo um

posicionamento na rede que a coloca no trajeto mais curto para ligar a maioria dos lugares envolvidos nesta rede. Seguem-se Londres e Heidelberg que conjuntamente com Paris, formam o triângulo geográfico com maior centralidade, não apenas adjacente (*out-degree*), mas também global (*betweenness centrality*) nesta rede europeia. Segue-se, num segundo nível, um grupo de 25 cidades com elevada centralidade global granjeada maioritariamente pela conjugação de um elevado *out-degree* com um elevado *in-degree*. Isto é, são cidades onde se localizam organizações que, nestes projetos em rede de saúde humana desempenham simultaneamente o papel de proponente e de participantes. Neste grupo incluem-se Lisboa, Oeiras e Braga. No terceiro nível de centralidade global posicionam-se 74 cidades desta rede, entre as quais se encontram Aveiro, Porto e Coimbra. Segue-se um quarto nível de centralidade global constituído por um grupo de 61 cidades que incluem as cidades de Matosinhos, Almada e Guimarães. Por último, num posicionamento global já bastante periférico, encontramos um grupo de 96 lugares, entre os quais se encontram Santa Maria da Feira, Leiria, Faro e Funchal.

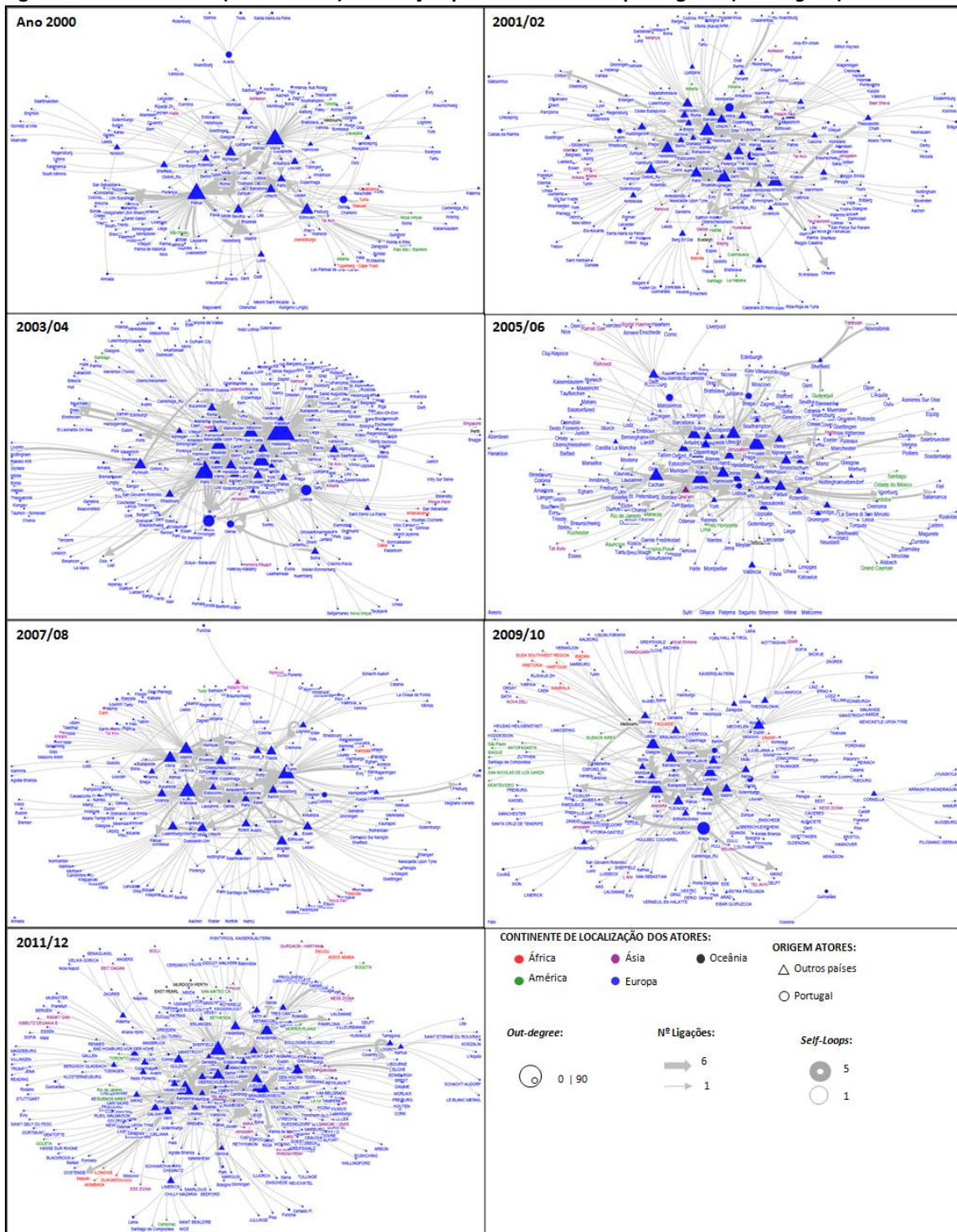
Em síntese, a rede geográfica por lugares estrutura-se hierarquicamente, com um pequeno grupo a ocupar as posições de centralidade muito elevada. Apesar do critério de seleção dos projetos em análise implicar o envolvimento de organizações localizadas em Portugal, as cidades portuguesas mais centrais, em mais que um indicador de centralidade, surgem no segundo ou terceiro nível de centralidade (Lisboa, Braga, Porto, Aveiro, Coimbra e Oeiras).

6.5.5. Trajetória territorial por lugares

A partição em biénios da rede por lugares analisa a dinâmica e identifica a frequência e a centralidade que os lugares vão granjeando, em função do papel desempenhado.

Ao longo do tempo, o número de lugares envolvidos e as respetivas ligações vão oscilando: aumenta no período de 2000 a 2004, diminui no período de 2005 a 2010 e volta a aumentar, atingido mesmo o valor máximo no biénio 2011/2012. As ligações à escala intralocal (*selfloops*) permanecem sempre baixas ao longo dos biénios (Anexo – quadro 101), sublinhando a evidência de que a escala local não é significativa para a criação de proximidade relacional no âmbito destes projetos.

Figura 46: Rede CORDIS (2000 – 2012) – evolução por biénio da rede por lugares (*out-degree*)



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

Quanto à evolução da estrutura da rede (Anexo – Quadro 101 e Figura 46), ela organiza-se sempre em torno de um componente, com um diâmetro que varia entre 5 e 7 saltos. Ao longo do tempo exibe uma estrutura hierárquica, marcada sobretudo pelo desempenho do papel de

proponente (*out-degree*), mas também notória no desempenho do papel de participante (*in-degree*), como demonstram os valores máximos, mínimos e a mediana destes indicadores. A evolução da centralidade global confirma a estrutura hierárquica da rede ao longo do tempo. Em termos de composição predominam cidades europeias, que são simultaneamente os mais centrais, embora, ao longo de todos os biénios, se observem um conjunto de ligações a lugares distribuídos por diferentes continentes (Figura 46).

Centrando a análise na evolução da rede geográfica dos lugares que desempenham o papel de proponentes (Anexo – Quadro 102), dos 119 lugares com organizações que desempenham esse papel nesta rede, apenas 37 o fazem em mais que um biénio. Os restantes 68,9% surgem apenas num biénio. Paris surge nesta rede geográfica ao longo de todos os biénios pelo desempenho do papel de proponente. Posiciona-se como o território que, ao longo do período em análise, mais regularmente cria relações com organizações portuguesas nos projetos coordenados por organizações sediadas nessa cidade. Em termos de regularidade, seguem-se Londres e Lisboa (apenas não estão presentes no primeiro ano), assim como Roma e Madrid (presentes em 5 biénios). Surge depois um grupo de 8 lugares presentes em 4 dos 7 biénios analisados, nas quais se inclui Oeiras. Um grupo de 10 lugar está presente em 3 dos 7 biénios analisados, incluindo-se neste grupo Braga. Por fim, há um conjunto de 14 lugares que se envolvem nestas redes apenas em dois biénios, entre as quais se encontra Aveiro, que desde 2002 não tem qualquer organização a desempenhar a função de proponente. Assim, a geografia das cidades portuguesas mais regulares quanto à capacidade revelada de amarração destas redes pelo desempenho do papel de proponentes são, por ordem decrescente, Lisboa, Oeiras, Braga e Aveiro.

Centrando a análise na evolução da rede geográfica dos lugares que desempenham o papel de participantes (Anexo – quadro 103), dos 736 lugares com organizações que desempenham essa função, 296 fazem-no em mais que um biénio. Os restantes 59,8% surgem apenas num biénio.

Há um grupo de 45 lugares que, enquanto participantes, estão sempre presentes nestas redes ao longo de todo o período em análise. Neste grupo de maior regularidade estão Lisboa, Oeiras, Porto e Coimbra. Segue-se um grupo de 33 lugares que apenas não revelam capacidades de ancoragem destas redes em 1 dos 7 biénios analisados, entre os quais se inclui Braga. Com capacidade de ancoragem revelada em 5 dos 7 biénios analisados surge outro grupo de 33 lugares, entre os quais se encontra Aveiro. Segue-se um grupo de 34

lugar com capacidade de ancoragem em 4 dos biénios analisados, onde não se inclui qualquer cidade portuguesa. No grupo de 61 lugares com capacidade de ancoragem revelada em 3 biénios, surgem Almada, Santa Maria da Feira, Faro e Matosinhos. Por último, com uma capacidade de amarração em 2 biénios surge um grupo de 90 lugares, entre as quais estão o Funchal, Guimarães, Leiria e Loures.

Assim, a geografia das cidades portuguesas mais regulares quanto à capacidade revelada de amarração destas redes no desempenho do papel de participantes são, por ordem decrescente, Lisboa, Oeiras, Porto, Coimbra, Braga, Aveiro, Almada, Santa Maria da Feira, Faro, Matosinhos, Funchal, Guimarães, Leiria e Loures.

Passando à análise da evolução da rede geográfica dos lugares com maior centralidade global (Anexo – Quadro 104), dos 259 concelhos que se posicionam no trajeto mais curto entre dois nós desta rede de projetos europeu dirigidos à saúde humana envolvendo organizações portuguesas, 116 fazem-no em mais que um biénio durante o período em análise. Os restantes 55,2% dos concelhos participantes surgem apenas num dos biénios. Há 20 concelhos que granjeiam sempre algum nível de centralidade global ao longo de todo o período em análise, entre as quais estão Lisboa, Oeiras e Porto. Segue-se um pequeno grupo de 7 concelhos, entre as quais Coimbra, com centralidade global em 6 dos biénios. Braga e Aveiro integram o grupo de 12 cidades com centralidade global em 5 biénios. Seguem-se 11 cidades com centralidade global em 4 biénios e 32 cidades com centralidade global em 3 dos biénios analisados, não se incluindo qualquer cidade portuguesa nestes dois grupos. Por último, há um grupo de 34 cidades que ocupam posições de alguma centralidade global em 2 dos biénios analisados, no qual se encontra Almada.

Assim, a geografia das cidades portuguesas mais regulares quanto à capacidade revelada de granjearem algum nível de centralidade global nestas redes são, por ordem decrescente, Lisboa, Oeiras, Porto, Coimbra, Braga, Aveiro e Almada.

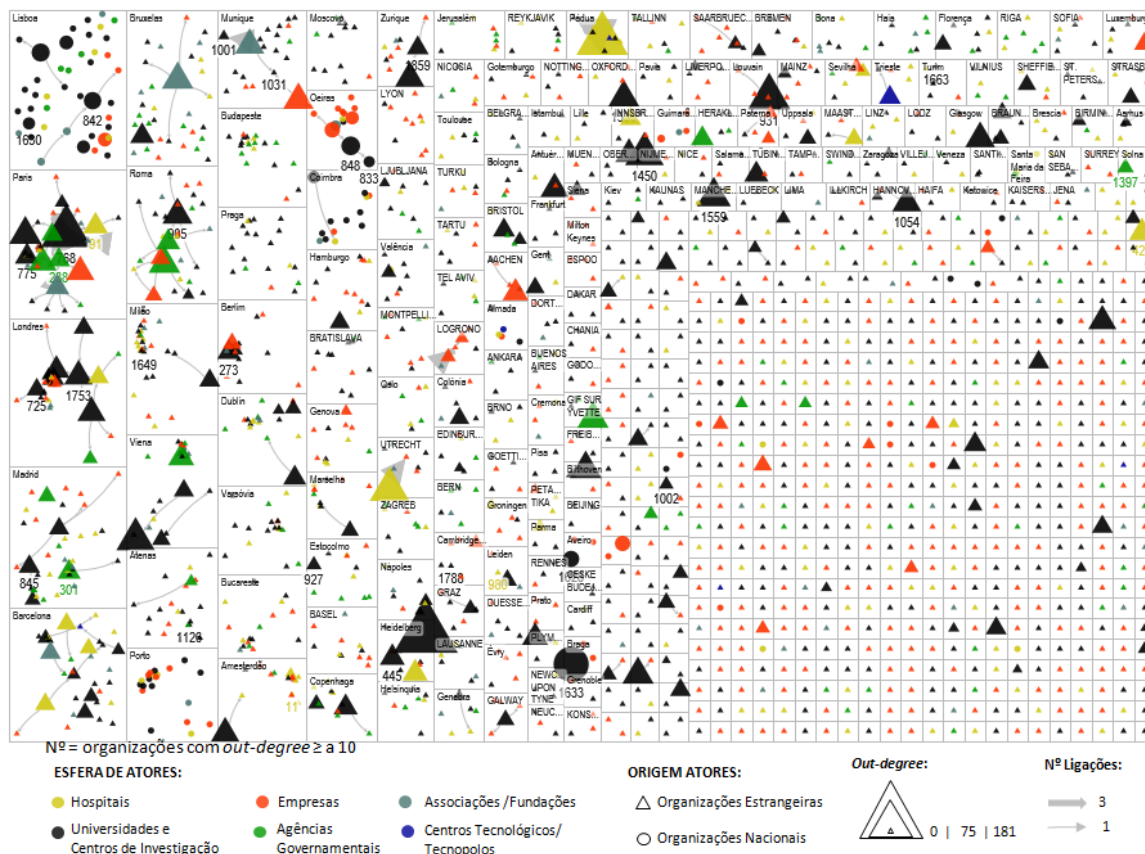
6.5.6. Composição dos nós da rede geográfica por lugares

Centrando a análise nas relações, à escala local, estabelecem-se somente 122 ligações interorganizacionais que pesam apenas 3,4% do total de ligações da rede. Conclui-se que, atendendo à globalidade das relações observadas nesta rede, a proximidade geográfica à escala local não é muito significativa. Esta conclusão é reforçada pela constatação de que a

grande maioria das organizações passarem a estar isoladas quando são removidas as ligações a outras escalas geográficas (Anexo – Quadro 105).

No entanto, esta análise de comunidades por lugares revela uma rede constituída por organizações localizadas maioritariamente nas grandes cidades europeias (Figura 47 e Anexo – Quadro 105): Lisboa, Paris, Londres, Madrid, Barcelona, Bruxelas, Roma, Milão, Viena, Atenas, Munique ou Budapeste são apenas alguns dos exemplos das cidades com maior densidade de organizações nestas redes de projetos europeus dirigidos à saúde humana com amarração em Portugal. Por outro lado, nas grandes cidades constata-se a presença de uma grande diversidade de esferas institucionais de ação, com centralidades adjacentes consideráveis no desempenho do papel de coordenadores e de participantes destes projetos europeus com amarração em Portugal.

Figura 47: Rede CORDIS (2000 – 2012) – Rede de relações entre organizações por lugares (out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base CORDIS dirigida à saúde humana.

6.6. Síntese conclusiva

Em termos de **proximidade organizacional**, por um lado, o facto de mais de três quartos dos projetos serem desenvolvidos em redes interorganizacionais e, por outro lado, o facto da esmagadora maioria das organizações envolvidas nestes projetos participar, pelo menos uma vez, em projetos interorganizacionais, sublinha a importância das redes de cooperação enquanto estrutura apropriada ao desenvolvimento de processos de I&D+I para a saúde humana no âmbito destes projetos europeus. No entanto, a estrutura vincadamente hierárquica destas redes organizacionais gera desequilíbrios na translação do conhecimento produzido, com um benefício claro para as organizações que granjeiam maior centralidade, o que faz desta uma rede seletiva, polarizada pelas organizações com maior centralidade.

Ao longo de todo o período em análise, apesar de um certo predomínio das organizações da esfera universitária, a composição abarca um número bastante significativo de outras organizações, nomeadamente empresas e hospitais, não sendo insignificante o número de agências governamentais e de associações e fundações. Por outro lado, em termos de centralidade, surgem frequentemente organizações não universitárias com elevada centralidade local e global na rede, ainda que predominem as organizações universitárias. Ainda que existam ligações homofílicas, sobretudo entre organizações universitárias, esta diversidade de organizações envolvidas nos projetos cria um sistema com muitas ligações heterofílicas, potenciando a formação de redes tendencialmente exogâmicas, gerando proximidade relacional entre organizações de diferentes contextos, logo organizacionalmente distantes, e possibilitando a configuração de sistemas de produção de conhecimento do tipo hélice tripla ou quadrupla. Ao longo do tempo matem-se a tendência observada para que a produção de conhecimento se faça sustentada em redes organizacionais esparsas, hierárquicas e exogâmicas. A dinâmica de reforço da presença de empresas indicia uma preocupação com a translação do conhecimento para alavancar processos de inovação, que estão centrados nas empresas.

Relativamente à **proximidade institucional**, evidencia-se a tendência para que se estabeleçam ligações heterofílicas, originando redes exogâmicas, isto é, para que se estabeleça maior proximidade relacional entre organizações pertencentes a diferentes esferas institucionais. O facto de quase metade das organizações envolvidas nestas redes europeias nunca estabelecerem ligações dentro da mesma esfera institucional a que

pertencem sublinha a natureza heterogâmica das ligações da rede. Tal significa que a criação de proximidade relacional permite perfurar os invólucros institucionais, apesar da distância institucional. Esta evidência é vincada pelo facto de, no âmbito destes projetos europeus dirigidos à saúde humana, todas as esferas institucionais analisadas (universidades/centros de investigação, empresas, hospitais, agências governamentais e associações/fundações) estabelecem proximidade relacional entre si. Ainda assim, particularmente no contexto institucional das universidades/centros de investigação, as relações estão repartidas entre ligações de grande proximidade institucional (dentro da mesma esfera institucional) e de maior distância institucional (com outras esferas institucionais diferentes). No entanto, a esfera institucional das universidades/centros de investigação assume um papel central na criação de proximidade relacional interinstitucional, dado que é com este grupo que todos os restantes estabelecem maior número de ligações, o que confere aos atores da esfera das universidades/centros de investigação um papel importante na aproximação entre atores pertencentes às restantes esferas institucionais. Quando se procede à análise dinâmica, a tendência para a criação de ligações heterofílicas e, conseqüentemente, de redes exogâmicas mantem-se, sublinhando que, no âmbito destes projetos europeus, a maior distância institucional não é impeditiva de criação de proximidade relacional facilitada pela aproximação cognitiva em torno do objeto específico do projeto. Assim, estas redes de projetos europeus proporcionam oportunidades para a aproximação de atores institucionalmente distantes e para o cruzamento de conhecimentos e competências específicas de cada contexto institucional, possibilitando a fertilização cruzada do conhecimento entre diferentes comunidades de prática e epistémicas que potencia a prestação inovadora. A crescente aproximação entre as esferas universitária, hospitalar, empresarial, governamental e social que se observa facilita a translação do conhecimento no sentido de facilitar a sua aplicação a produtos, processos e serviços e, desta forma, promover a inovação.

Quanto à **proximidade geográfica**, esta é uma rede vincadamente internacional, dado que a maioria das ligações estabelece-se atravessando as fronteiras do sistema nacional, o que sublinha o papel destes projetos europeus no reforço das ligações internacionais, suportada por mecanismos de criação de proximidade relacional, apesar da distância geográfica. A escala relacional de grande proximidade geográfica (local) é muito pouco significativa ou mesmo inexistente na maioria dos lugares presentes nesta rede. Já a escala

nacional das ligações aparece representada sobretudo em países com maior densidade, diversidade e capacidade de liderança/prestígio organizacional, como são os casos da Alemanha, do Reino Unido, Itália e França. Aliás, estes países são os países que configuram o quadrilátero com maior centralidade nesta rede territorial hierárquica que emerge dos projetos europeus dirigidos à saúde humana envolvendo Portugal. Dada a tendência para que se criem essencialmente ligações internacionais, a distância geográfica dificulta a intensidade das ligações entre as organizações dos diferentes países, o que é sustentado pelo facto de se verificar um baixo número de ligações duplicadas e uma baixa reciprocidade das ligações entre as organizações ao longo de todo o período em análise. Esta intensidade baixa das ligações encontra uma dificuldade acrescida colocada pelo facto de uma grande parte das relações se estabelecerem entre organizações pertencentes a diferentes esferas institucionais. Isto é, também se observa uma grande distância institucional nas ligações da rede que acresce à distância geográfica, aumentando os entraves à criação de relações frequentes em mais que um projeto (ligações duplicadas). No entanto, esta dupla distância (geográfica e institucional), não é impeditiva da criação de redes de coprodução e translação de conhecimento, suportadas na criação de proximidade relacional e de uma aproximação cognitiva em torno do objeto específico de cada projeto. Isto proporciona às organizações localizadas em Portugal uma oportunidade para se envolverem na coprodução e translação de conhecimento por processos colaborativos, aumentando as oportunidades de relacionamento com um significativo número, qualidade e diversidade de organizações internacionais, na sua maioria localizadas nos principais contextos territoriais de inovação para a saúde humana da Europa.

7. O espaço relacional dos projetos INOV dirigidos à saúde humana

7.1. Metodologia específica

Os dados que se exploram neste capítulo correspondem a um conjunto de projetos aprovados no âmbito dos sistemas nacional de incentivos à inovação, levantados a partir da página *online* da Agência Nacional de Inovação⁹³ (Anexo – Quadro 106).

O período temporal abrangido pelo levantamento corresponde aos anos de 1986 a 2012. No entanto, até 1991 não existe nenhum projeto que, através dos critérios de seleção descritos no capítulo metodológico, possa ser considerado como dirigido à inovação na saúde humana. Também no biénio de 1995-1996, não existe nenhum projeto de inovação que possa ser considerado dirigido à saúde humana. Para o biénio 1991-1992 é possível identificar os projetos, mas não há informação disponível quanto ao montante de financiamento (por projeto ou financiamento global).

A análise que se segue centra-se particularmente na exploração dos projetos em rede. São exploradas as redes das áreas tecnológicas (conhecimento base), as do setor de aplicação, a organizacional e a rede territorial. A matriz relacional específica para a análise destes projetos foi construída de acordo com a estrutura metodológica sumarizada no Quadro 62.

⁹³ O levantamento foi efetuado durante o mês de abril de 2013, a partir da informação disponibilizada no seguinte endereço eletrónico: <http://projectos.adi.pt/>

Quadro 62: Estrutura metodológica para a construção das redes INOV.

	Rede área tecnológica - setor de aplicação	Rede área tecnológica - organização	Rede setor de aplicação - organização	Rede organizacional	Rede territorial
Projeto em rede	Projeto que identifica a área tecnológica de que partem e o setor de aplicação a que se dirige.	Projeto que identifica a(s) organização(ões) e a área tecnológica em que se enraíza.	Projeto que identifica a(s) organização(ões) e o setor de aplicação a que se dirige.	Projeto que identifica a organização promotora e a(s) organização(ões) copromotoras.	Projeto em que é possível identificar a localização da organização promotora e da(s) organização(ões) copromotora(s).
Rede	Direcional, com origem nas áreas tecnológicas, apontando no sentido dos setores de aplicação.	Direcional, com origem nas organizações promotoras e copromotoras e apontando no sentido das áreas tecnológicas.	Direcional, com origem nas organizações promotoras e copromotoras e apontando no sentido dos setores de aplicação.	Direcional, com origem nas organizações promotora, apontando no sentido das organizações copromotoras.	Direcional, ligando a localização da(s) organização(ões) promotora(s) com a da(s) organização(ões) copromotora(s).
Vértice	Corresponde a cada área tecnológica e a cada setor de aplicação, representados por uma forma e cor que permite a sua distinção.	Corresponde a cada organização e a cada área tecnológica, representadas por uma forma e cor que permite a distinção.	Corresponde a cada organização e a cada setor de aplicação, representados por uma forma e cor que permite a distinção.	Corresponde a cada organização promotora e/ou copromotora classificada por esfera de ator.	Corresponde à localização de cada uma das organizações promotoras e copromotoras.
Ligação	Corresponde à relação estabelecida entre a área tecnológica e o setor de aplicação em cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre as organizações e a área tecnológica em cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre as organizações e o setor de aplicação de cada projeto.	Corresponde à relação estabelecida entre a organização promotora e as copromotoras de cada projeto.	Corresponde à ligação estabelecida entre a localização das organizações promotoras e a das organizações copromotoras em cada projeto, classificadas por escala geográfica das ligações.
Out-degree	Corresponde ao número de ligações únicas que cada área tecnológica estabelece com os setores de aplicação.	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização estabelece com as áreas tecnológicas.	Corresponde ao número de ligações únicas que cada instituição estabelece com os setores de aplicação.	Corresponde ao número de ligações únicas que cada organização promotora estabelece com as organizações copromotoras.	Corresponde ao número de ligações únicas que a localização da organização promotora estabelece como a localização da(s) organização(ões) copromotoras.
In-degree	Corresponde ao número de ligações únicas que o setor de aplicação recebe das áreas tecnológicas.	Corresponde ao número de ligações únicas que as áreas tecnológicas recebem das organizações.	Corresponde ao número de ligações únicas que os setores de aplicação recebem das organizações.	Corresponde ao número de ligações únicas que a organização copromotora recebe das organizações promotoras.	Corresponde ao número de ligações únicas que a localização da organização copromotora recebe da localização da(s) organização(ões) promotoras.
Betweenness centrality	Nas redes bimodais não se pode aplicar esta métrica.	Nas redes bimodais não se pode aplicar esta métrica.	Nas redes bimodais não se pode aplicar esta métrica.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes das diferentes organizações da rede, que passam por uma determinada organização, para chegar às restantes organizações da rede.	Corresponde ao número de trajetos mais curtos provenientes dos diferentes lugares da rede, que passam por um determinado lugar, para chegar aos restantes lugares da rede.

Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

7.2. Caracterização Geral da Base de dados INOV

Ao longo do período em análise, foi possível identificar 195 projetos dirigidos à saúde humana. Destes, 76% são desenvolvidos em rede interorganizacional e captam 84% do volume total dos incentivos financeiros a projetos de inovação dirigidos à saúde humana. A avaliar pelo número de projetos em rede e pelo respetivo financiamento, pode-se, desde já, apontar que este sistema de incentivos fomenta a cooperação, proporcionando a formação de redes interorganizacionais através do desenvolvimento destes projetos de inovação (Anexo – Quadro 107). Em termos de evolução temporal, é nos períodos 1997 a 2000 e 2005 a 2012 que se concentram o maior número de projetos dirigidos à saúde humana. Quanto ao montante de financiamento, é sobretudo a partir de 2007 que o montante atinge valores mais elevados (nos últimos três biénios em análise concentra-se 69% do total de financiamento para projetos direcionados à saúde humana).

Por último, quanto ao tipo de organizações envolvidas (Anexo – Quadro 108), convém assinalar que a grande maioria dos projetos envolve organizações empresariais (97,4%) e organizações universitárias e de investigação científica (62,6%), estando as restantes esferas organizacionais envolvidas num número significativamente menor de projetos. Esta constatação permite, à partida, prognosticar que este sistema de incentivos favorece o estabelecimento de ligações entre as empresas e as organizações do sistema científico nacional. Para consolidar esta perceção inicial importa analisar as relações interorganizacionais que se estabelecem no âmbito destes projetos INOV.

7.3. Rede das áreas tecnológicas e setores de aplicação

Os projetos aprovados ao abrigo dos sistemas de incentivos à inovação, reunidos na *base de projetos INOV dirigidos à saúde humana*, possibilitam a identificação das áreas tecnológicas e dos setores de aplicação relacionados com cada projeto. Com base nesta informação é possível explorar as relações entre a área tecnológica, isto é, o conhecimento base em que se sustenta o projeto, e o setor de aplicação a que se dirige no âmbito destes projetos da Agência Nacional de Inovação dirigidos à saúde humana. O Quadro 63 faz a síntese da estrutura de análise das redes das áreas tecnológicas com os setores de aplicação.

Quadro 63: Estrutura de análise da rede conhecimento base e setores de aplicação

Metodologia	Objetivos de análise
Rede área tecnológica e setores de aplicação	<ul style="list-style-type: none">- Identificar as áreas tecnológicas envolvidas nestes projetos de inovação dirigidos à saúde humana e a sua centralidade para revelar a variedade de conhecimento base envolvido e delimitar as fronteiras cognitivas que resultam deste sistema de incentivos;- Identificar os setores de aplicação envolvidos nestes projetos de inovação dirigidos à saúde humana e a sua centralidade, para delimitar as fronteiras setoriais que resultam deste sistema de incentivos;- Identificar possíveis tendências de especialização/diversificação, reveladas pela agregação de projetos em torno de determinadas áreas tecnológicas e de determinados setores de aplicação.
Rede área tecnológica e setores de aplicação por biénios	<ul style="list-style-type: none">- Reconstruir a trajetória das relações entre as áreas tecnológicas e os setores de aplicação;- Identificar as áreas tecnológicas e os setores de aplicação com um trajeto mais longo;- Explorar a evolução de possíveis tendências de especialização, reveladas pela agregação de projetos em torno de determinadas áreas tecnológicas e de determinados setores de aplicação.

Fonte: elaboração própria.

No fundo, a exploração destas redes ajudam a traçar as fronteiras cognitivas e setoriais deste sistema de incentivos à inovação, ao posicionar as áreas tecnológicas e os setores de aplicação, ao explorar a dimensão da proximidade cognitiva, ao explorar o trajeto da base de conhecimento que sustenta estes processos de inovação, ao explorar a evolução da variedade de setores de aplicação envolvidos neste sistema de incentivos à inovação e ao avaliar a tendência de especialização em torno de determinados domínios do conhecimento base e de determinados setores de aplicação.

7.3.1. Fronteiras tecnológicas, setoriais e proximidade cognitiva

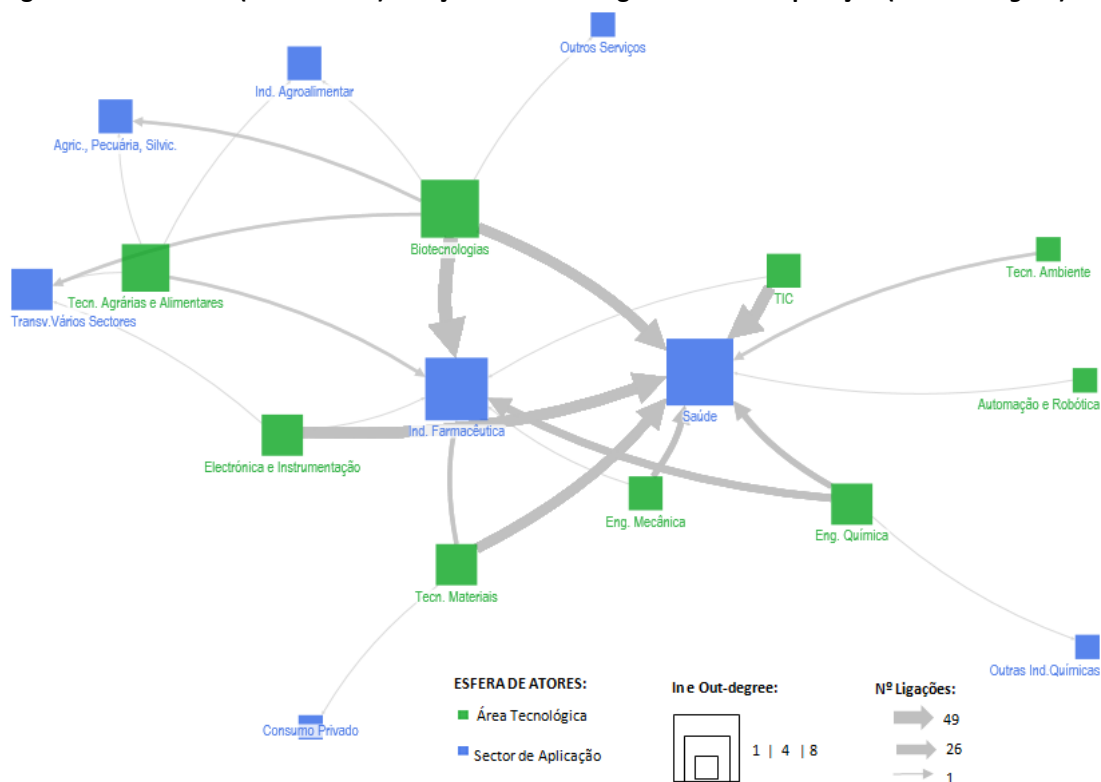
Para o período em análise, do total de 195 projetos identificados, 184 explicitam uma relação entre a área tecnológica em que se baseiam e o setor de aplicação a que se dirigem.

A Figura 48⁹⁴ é o resultado da exploração destas ligações. A fronteira cognitiva deste sistema de incentivos à inovação para a saúde humana enraíza-se em 9 áreas tecnológicas, dirigidas a 8 setores de aplicação (Anexo – Quadro 109 e 110). Assim, o espaço cognitivo abarca áreas do conhecimento base analítico (biotecnologia ou química) e também áreas do conhecimento base sintético (todas as restantes áreas tecnológicas). De salientar que, nesta rede, não está presente nenhuma área de conhecimento que possa ser enquadrada como uma forma de conhecimento base simbólico. Ainda assim, a existência desta base de

⁹⁴ O grafo está configurado segundo o algoritmo de (Harel & Koren, 2002) – estrutura o grafo de forma simples, mantendo as características topológicas e minimizando as forças entre os nós mais próximos.

conhecimento diversa, constituída por diferentes áreas do conhecimento analítico e sintético, dirigida a processos de inovação na saúde humana, potencia a emergência de processos de fertilização cruzada do conhecimento.

Figura 48: Rede INOV (1991 – 2012) Relação área tecnológica – setor de aplicação (in e out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Na esfera do conhecimento base analítico, a biotecnologia constitui-se como o principal *cluster* de conhecimento, ao agregar uma grande variedade de setores de aplicação dirigidos à saúde humana (6), ao fertilizar o maior número de projetos (74 em rede e 2 isolados) e ao captar o maior montante de financiamento (32.654.260 €). Pode-se considerar que uma das tendências aponta no sentido da especialização dos processos de inovação em torno deste conhecimento base analítico, pelo que a biotecnologia é um dos eixos de especialização do conhecimento base em que se enraíza este sistema de incentivos à inovação para a saúde humana. É particularmente relevante para a indústria farmacêutica (49 projetos), sendo ainda uma base de conhecimento significativa para a inovação com aplicação aos serviços e cuidados de saúde (19 projetos) e, embora com um número muito mais reduzido de projetos, para a agricultura, pecuária e silvicultura e para a indústria agroalimentar. Nos projetos em que a biotecnologia se dirige ao setor de

aplicação da saúde, especializam-se na inovação de dispositivos médicos e de testes e métodos de rastreio e diagnóstico.

Na esfera do conhecimento sintético, fertilizando três setores de aplicação, surgem a eletrónica e instrumentação (saúde, indústria farmacêutica e transversal ou vários setores) e as tecnologias dos materiais (saúde, indústria farmacêutica e consumo privado). A estas duas áreas ainda se pode agregar a engenharia mecânica que fertiliza dois setores de aplicação (saúde e indústria farmacêutica). Em conjunto fertilizam 57 projetos, agregando um montante global de financiamento de 20.859.254€. Este grupo de áreas tecnológicas dirige-se essencialmente a processos de inovação no setor da saúde, revelando uma tendência para a especialização da inovação em torno dos dispositivos médicos, de diagnóstico e farmacêuticos. Este pode ser considerado como o segundo *cluster* de conhecimento base, em termos de número de projetos e de financiamento, no qual se enraíza este sistema de incentivos à inovação para a saúde humana, logo após o *cluster* de conhecimento da biotecnologia dirigido particularmente à indústria farmacêutica.

Ainda na esfera do conhecimento sintético, as TICs surgem como a área tecnológica com maior número de projetos (31, num montante global de 19.538.928€). Habitualmente retratada pela literatura como uma base de conhecimento transversal a vários setores de aplicação, nestes projetos as TIC especializam-se nos processos de inovação dirigidos essencialmente ao setor da saúde (30 projetos), nomeadamente aos sistemas de apoio, de diagnóstico e de gestão dos serviços de saúde. Este pode ser considerado como outro dos *clusters* de conhecimento base em que se enraízam os processos de inovação apoiados por este sistema de incentivos à inovação.

Ainda no domínio do conhecimento sintético, surgem também 14 projetos polinizados pela engenharia química (num montante global de 2.978.208€), dirigindo-se à aplicação na indústria farmacêutica (8 projetos) e ao setor da saúde (5 projetos). Neste ecossistema de inovação, a área tecnológica da química é claramente suplantada pela da biotecnologia, o que revela que em Portugal, a avaliar por estes projetos de I&D+i, o novo paradigma tecnológico da biotecnologia está a afirma-se como alternativa ao anterior paradigma tecnológico da química, enquanto conhecimento base no qual se enraízam os processos de inovação na saúde humana, nomeadamente aqueles dirigidos à indústria farmacêutica. Os projetos polinizados pela engenharia química que se dirigem ao setor de aplicação da

saúde especializam-se na inovação de dispositivos médicos e de testes e métodos de rastreio e diagnóstico.

Nestes processos de inovação dirigidos à saúde humana, as tecnologias agrárias e alimentares são a segunda base de conhecimento que mais dispersa a sua capacidade polinizadora por vários setores de aplicação, dirigindo a aplicações para a saúde humana a setores como a indústria farmacêutica, a agricultura, pecuária e silvicultura ou a indústria agroalimentar. No entanto, apesar do potencial de fertilização revelado, quando se analisa o número de relações estabelecidas, apenas serve de base a 5 projetos de inovação, embora o montante global de financiamento seja significativo (5.596.692€), atendendo ao número reduzido de projetos financiados. Pode-se considerar que se está perante um *protocluster* de conhecimento base, com potencial de fertilização cruzada, atendendo à diversidade de setores de aplicação com quem se relaciona.

A exploração destas redes também permite traçar as fronteiras setoriais deste ecossistema de inovação na saúde. O setor da saúde é o que agrega um leque mais diversificado de conhecimento base (8 áreas tecnológicas), maior número de projetos (107) e maior financiamento (44.149.262€). Segue-se o da indústria farmacêutica, para o qual contribuem 7 áreas tecnológicas, distribuídas por 65 projetos, granjeando um volume de financiamento de 36.133.474€. Reforça-se a anterior constatação da tendência para a especialização em torno destes dois setores de aplicação.

No entanto, as fronteiras deste sistema de inovação estendem-se a outros setores menos associados à inovação na saúde humana. Ainda que de forma muito insipiente (apenas 6 projetos) abarcam setores como a agricultura, pecuária e silvicultura, a indústria agroalimentar, outras indústrias químicas e o consumo privado. O facto do perímetro destes projetos incluir setores de aplicação aparentemente esdrúxulos, isto é, inesperadamente associados com o setor da saúde, contribui para aumentar a diversidade setorial e revela a possibilidade de emergência de processos de variedade relacionada no desenvolvimento de inovação dirigidos à saúde humana e a oportunidade para o aparecimento de inovação por esta via. No entanto, dado o reduzido número de projetos, estes são processos ainda insipientes neste sistema de incentivos à inovação nas empresas. Apesar de serem situações pontuais, estas podem representar uma janela de oportunidades para, no futuro, se estructurem políticas de reforço do processo de inovação nestes setores a partir da sua relação com a saúde humana.

Em síntese, este sistema de incentivos à inovação gera oportunidades de aproximação cognitiva a diferentes domínios do conhecimento base analítico e sintético. O analítico dirige-se fundamentalmente a aplicações no setor farmacêutico. O sintético direciona-se ao setor da saúde, com as TIC a polinizarem essencialmente processos de inovação em sistemas de apoio, de diagnóstico e de gestão dos serviços de saúde e o *cluster* da eletrónica e instrumentação, das tecnologias dos materiais e da engenharia mecânica a fecundarem maioritariamente processos de inovação na indústria de dispositivos médicos, de diagnóstico e farmacêuticos. Estes são os principais *clusters* de conhecimento desta rede e os principais setores de especialização fomentados pela rede.

7.3.2. Trajetória tecnológica e setorial

Com o intuito de analisar a trajetória da base de conhecimento e dos setores de aplicação neste sistema de incentivos à inovação, e assim traçar a evolução do perímetro do mesmo, elaboraram-se redes parciais, delimitadas temporalmente por biénio (o Anexo – Quadros 111, 112 e 113 fazem uma síntese estatística da evolução temporal da rede).

O cruzamento da análise da dinâmica das redes com uma análise qualitativa realizada em torno dos objetivos dos projetos permite concluir que os processos de inovação vão-se estruturando ao longo de três trajetos tecnológicos estabelecidos e um trajeto embrionário.

- I. Um dos trajetos mais longo, ininterrupto desde o início de década de 1990, e com um elevado número de projetos, agrega-se em torno da indústria farmacêutica. Trata-se de um trajeto consolidado, fertilizado por conhecimento base analítico, nomeadamente pela biotecnologia, com uma participação intermitente da engenharia química. Esta análise longitudinal reforça a evidência anteriormente manifestada quanto à relevância do novo paradigma da biotecnologia, quando comparado com o paradigma da química, para os processos de inovação na indústria farmacêutica. É um trajeto que se constrói em torno da proximidade cognitiva com a biotecnologia, especializado na aplicação à indústria farmacêutica. Os processos de inovação com aplicação à indústria farmacêutica fertilizados por outras áreas tecnológicas são ocasionais e pontuais.
- II. Outro dos trajetos mais longos, ininterrupto e com elevado número de projetos, agrega os processos de inovação em torno da aplicação ao setor da saúde, nomeadamente aos dispositivos hospitalares, médico-cirúrgicos, farmacêuticos, de

libertação controlada de fármacos, de equipamentos e tecnologias de imagiologia e outras formas de diagnóstico e rastreamento não invasivas, passando pelos métodos e testes de rastreamento, análise clínica e, ainda, pelos implantes e próteses clínicas. É formado por um *cluster* de diferentes áreas do conhecimento base sintético (eletrônica e instrumentação, tecnologias dos materiais, engenharia mecânica, engenharia química e TIC), e analítico (biotecnologia), pelo que revela uma certa variedade cognitiva, potenciando processos de fertilização cruzada do conhecimento.

III. Também com um longo trajeto, iniciado ainda no final da década de 1990, surge um conjunto significativo de projetos de inovação com aplicação à saúde, especializados nomeadamente em sistemas integrados de gestão hospitalar e de serviços de saúde: sistemas específicos de gestão médica, clínica, de pacientes, de urgências, de análises, de diagnóstico, etc. Dirigem-se ainda a um conjunto de sistemas de monitorização de pacientes e idosos e de assistência remota. É um trajeto fertilizado pelo conhecimento base sintético, nomeadamente pelas TIC, e com participação pontual da automação e robótica.

IV. Por último, emergem ainda um conjunto de projetos intermitentes, não permitindo definir um trajeto, ou quando muito poderão representar um trajeto em fase embrionária. Dirigem-se à inovação em áreas de aplicação que vão desde a investigação translacional em torno de dispositivos e métodos de diagnóstico, prognóstico e terapêutica dirigida à indústria farmacêutica, passando pela identificação de plantas medicinais ou com potencial de utilização pela indústria farmacêutica e respetivos métodos de cultivo, ou ainda pela extração de substâncias com valor para a saúde humana ou pela encapsulação de substâncias bioativas em produtos alimentares. São processos fertilizados por conhecimento base analítico (biotecnologias) e sintético (tecnologias agrárias e alimentares). Pela fertilização cruzada do conhecimento base analítico e sintético revelada, e pela diversidade de setores de aplicação a que se dirige (farmacêutica, agricultura, pecuária e silvicultura, indústria agroalimentar), esta trajetória embrionária poderá potenciar processos de inovação por via da variedade relacionada.

Ao longo do tempo, este sistema de incentivos à inovação tem estimulado formas de conhecimento analítico (biotecnologia) e sintético (TIC, eletrônica e instrumentação, tecnologias dos materiais) mas, na periferia, as suas fronteiras cognitivas envolvem, esporadicamente, a participação de outras áreas tecnológicas como são os casos da

engenharia mecânica, das tecnologias agrárias e alimentares, as tecnologias do ambiente e a automação e robótica. De igual forma, a aplicação das inovações deste sistema dirige-se maioritariamente à indústria farmacêutica e à prestação de cuidados e serviços de saúde. Pontualmente, as suas fronteiras de aplicação abarcam setores como a indústria agroalimentar e a indústria agropecuária.

7.4. Rede organizacional

A explicitação, em cada projeto, das organizações envolvidas, como promotora e copromotora(s), permite a construção de uma rede relacional interorganizacional. Por outro lado, a informação sobre as áreas tecnológicas e os setores de aplicação permite a construção de uma rede sobre a área tecnológica em as organizações enraízam os seus processos de inovação, e a construção de outra rede sobre o setor de aplicação a que se dirigem os seus processos de inovação das organizações. O Quadro 64 faz a síntese da estrutura de análise das redes do conhecimento base e dos setores de aplicação.

Quadro 64: estrutura de análise da rede organizacional

Metodologia	Objetivos de análise
Rede organizacional	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a composição das organizações envolvidas nestes projetos dirigidos à saúde humana; - Analisar as relações organizacionais (proximidade organizacional) que se estabelecem nestes projetos e traçar as fronteiras do espaço organizacional destes projetos da Agência de Inovação dirigidos à saúde humana; - Explorar a proximidade organizacional na produção e translação do conhecimento, através da análise da estrutura e da centralidade desta rede organizacional.
Rede organizacional por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória organizacional neste sistema de incentivos à inovação; - Identificar as organizações com um trajeto mais longo na rede; - Explorar a evolução da estrutura e da centralidade das organizações.
Rede organizações e áreas tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as áreas tecnológicas a partir do qual as organizações desenvolvem estes projetos de inovação; - Identificar as tendências de especialização /diversificação das organizações em torno das áreas tecnológicas; - Identificar as áreas tecnológicas mais centrais neste ecossistema, atendendo ao número de organizações que nelas enraízam os seus processos de inovação, contribuindo para identificar a estrutura do conhecimento base em que se enraíza este sistema de incentivos à inovação.
Rede organizações e setores de aplicação	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os setores de aplicação para onde as organizações dirigem estes processos de inovação; - Identificar <i>clusters</i> organizacionais em torno de determinados setores de aplicação destes projetos; - Identificar os setores de aplicação mais centrais neste sistema, atendendo ao número de organizações que para aí dirigem os seus processos de inovação; - Revelar a variedade de setores de aplicação a que se dirige cada organização e avaliar a tendência para a especialização ou diversificação das estratégias de inovação das organizações, no âmbito destes projetos.

Fonte: elaboração própria.

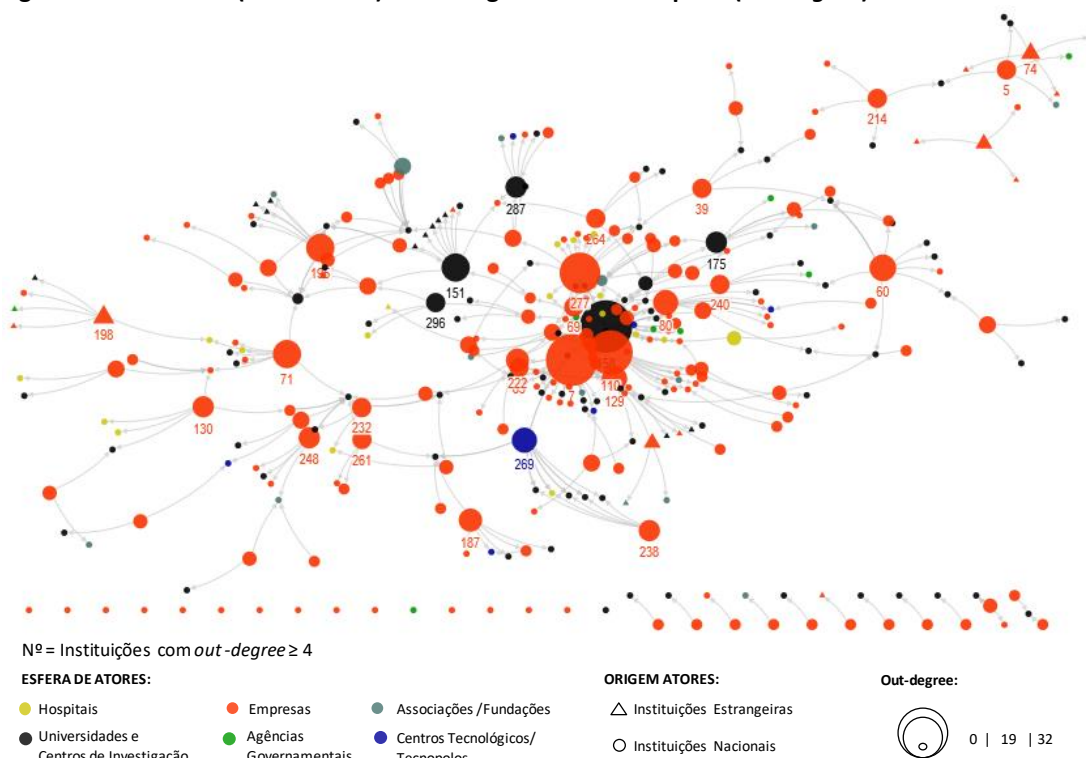
No fundo, a exploração destas redes permite traçar as fronteiras organizacionais deste sistema de incentivos à inovação, identificando e posicionando as organizações no sistema, reconstruir o trajeto organizacional deste sistema de incentivos à inovação para a saúde humana, e explorar a tendência de especialização ou diversificação das organizações atendendo às áreas tecnológicas em que enraízam e aos setores de aplicação a que dirigem os processos de inovação desenvolvidos no âmbito deste sistema de incentivos à inovação dirigida à saúde humana.

7.4.1. Fronteiras organizacionais e proximidade organizacional

No período em análise, de um total de 195 projetos, 149 são projetos desenvolvidos em rede interorganizacional, envolvendo 316 organizações em rede e 16 isoladas.

O sistema relacional é povoado por 332 organizações, abarcando um leque diversificado de esferas institucionais de ação organizacional (Figura 49 e a análise do Anexo – Quadro 114, 115 e 116). No entanto, o sistema é majoritariamente povoado por organizações empresariais (54,8%) e universitárias (30,4%). A importância destas duas esferas organizacionais neste sistema de produção de conhecimento dirigido à inovação na saúde humana é reforçada pela constatação de que, do montante global de financiamento, 95,2% é atribuído a projetos envolvendo organizações empresariais e 73,5% são projetos que envolvem organizações universitárias. São ainda as organizações que participam num maior número de projetos (190 no caso das empresas e 122 no das organizações universitária). No entanto, desempenham papéis distintos. As empresas são a grande maioria dos promotores destes projetos (Figura 49 e Anexo – Quadro 116). As universidades desempenham fundamentalmente a função de copromotores, embora as empresas também surjam em número muito significativo no desempenho deste papel. Apesar do predomínio destes dois tipos de organizações, as fronteiras organizacionais deste ecossistema incluem organizações hospitalares (5,7%), fundações / associações (4,2%), agências governamentais (2,4%) e tecnopolos (2,4%). Em conjunto, proporcionam uma certa diversidade organizacional, possibilitando a heterogeneidade relacional e a criação de redes organizacionais exogâmicas que evitem as relações homofílicas.

Figura 49: Rede INOV (1991 – 2012) – rede organizacional completa (*out-degree*)⁹⁵



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Centrando a análise nas relações interorganizacionais e na conseqüente proximidade organizacional, este é um sistema menos conectado, nomeadamente quando comparado com os sistemas construídos em torno dos projetos FCT e CORDIS. Das 332 organizações que o compõem, mais de 5% nunca sustenta o desenvolvimento de projetos de inovação dirigidos à saúde humana numa rede relacional interorganizacional (quadro 170). Por outro lado, é uma rede organizacional que se fragmenta em 15 componentes conectados. A conseqüência desta configuração menos conectada e fragmentada da rede é uma maior dificuldade, nalguns casos impossibilidade, da difusão do conhecimento entre os membros desta rede. Ainda assim, o maior componente conectado reúne 68% do total das organizações da rede e 93% das ligações totais da rede, pelo que as organizações que nele participam têm mais possibilidades de aceder ao conhecimento produzido e que circula entre as organizações que integram este componente principal da rede. No entanto, este componente central é distendido. A comprová-lo está o diâmetro da rede do maior

⁹⁵ O grafo está configurado segundo o algoritmo de (Harel & Koren, 2002) – estrutura o grafo de forma simples, mantendo as características topológicas e minimizando as forças entre os nós mais próximos.

componente. Isto é, o percurso pelo caminho mais curto entre as organizações conectadas mais afastadas corresponde 15 saltos e a distância média entre as diferentes organizações é de 5,5, o que revela uma elevada distância entre os nós mais afastados da rede. Estes indicadores reforçam a constatação da dificuldade de difusão do conhecimento entre a totalidade das organizações que integram a rede.

Quanto à intensidade das ligações, mais de 89% das ligações são únicas. Ao longo do período em análise e no âmbito deste tipo de projetos, repetem-se apenas 43 ligações entre as organizações. Se a este indicador associarmos os baixos índices de reciprocidade dos vértices e das ligações, concluímos que a maioria das ligações entre as organizações, para a totalidade do período em análise, faz-se apenas pela coparticipação num único projeto, daí a repetição e a reciprocidade das relações interorganizacionais serem muito baixas. Trata-se, por isso, de uma rede de ligações fracas, o que denota uma baixa proximidade organizacional. Ainda assim, este tipo de redes de ligações fracas é apropriado para o acesso a novo conhecimento, não redundante, o que é ajustado ao facto de estarmos perante redes que proporcionam às organizações empresariais a coprodução de *exploration knowledge*.

Pelo exposto, pode-se considerar que estamos perante um sistema mais seletivo e polinucleado. A observação do grafo permite detetar uma configuração atomizada em torno das organizações com maior centralidade local. Para a globalidade da rede, o *out-degree* máximo é de 32 ligações únicas, a média é 1,1 e a mediana é 0.

Em conjunto, estas três medidas revelam que há uma diferença acentuada entre um pequeno grupo de organizações centrais no desempenho do papel de promotor, e um grande grupo de organizações com um *out-degree* nulo ou muito baixo e, conseqüentemente, periféricas no desempenho deste papel. Este valor da mediana indica ainda que, para o período em análise, o número de organizações que desempenham o papel de promotor é inferior a metade das organizações da rede, o que reforça a observação anterior. Das 332 organizações, apenas 38,6% assumiu, pelo menos uma vez, o papel de promotor (Anexo – Quadro 117), daí o carácter mais seletivo desta rede, sobretudo no desempenho deste papel de liderança dos projetos. Por outro lado, o *in-degree* máximo é 9, a média é de 1,1 e a mediana é 1, o que demonstra que a maioria das organizações desempenhou, pelo menos uma vez, o papel de copromotor. Das 332 organizações, 70,8% desempenhou o papel de copromotor e apenas 29,2% das

organizações da rede nunca desempenha este papel. Tal significa que há organizações que beneficiam do melhor de dois mundos, ora se envolvem nos projetos em rede como promotores, ora se envolvem como copromotores.

Estes valores gerais de *out e in degree* permitem compreender que a estrutura polinucleada desta rede é conferida sobretudo pelo desempenho do papel de promotor, assegurado por um grupo restrito de organizações, fundamentalmente empresas. Por outro lado, o desempenho do papel de copromotor é mais vulgar, permitindo o envolvimento na produção e translação do conhecimento desenvolvido a um leque mais abrangente de organizações. Atendendo ao facto de que se trata de um sistema de incentivos dirigidos particularmente à inovação alavancada a partir das empresas, o desenvolvimento de redes com copromotores possibilita o envolvimento de organizações pertencentes a outras esferas institucionais de ação, ampliando assim a variedade de conhecimento incorporado no processo de inovação e o acesso a conhecimento produzido noutros contextos institucionais. As organizações universitárias são o parceiro privilegiado para o desempenho deste papel de copromotor. Desta forma, a produção de conhecimento neste sistema assenta sobretudo na criação de proximidade relacional entre as empresarias e as universidades e centros de investigação. Estas características gerais da rede permitem explicar a estrutura mais descentrada, polinucleada e distendida da rede, daí o diâmetro e distância média entre os atores da rede serem maiores. É uma rede com uma estrutura diferenciada pelo papel desempenhado pelas organizações, uma vez que, comparando a Figura 49, as organizações com maior *out-degree* (maioritariamente empresas) raramente são coincidentes com as de maior *in-degree* (maioritariamente universidades).

Em termos de centralidade local, as organizações que desempenham a função de promotor, nomeadamente aquelas capazes de envolverem uma maior diversidade de organizações copromotoras ou que liderarem vários projetos envolvendo organizações diferentes, são as mais centrais. Os atores com maior centralidade local são maioritariamente da esfera empresarial, ainda que surjam também algumas organizações de outras esferas numa posição de grande centralidade local no desempenho do papel de promotor, como é o caso do Instituto Pedro Nunes (organização híbrida orientada para a transferência tecnológica e para a investigação aplicada), ou o INETI (laboratório nacional com uma orientação para a investigação aplicada). As organizações que, no desempenho

deste papel, conseguem gerar proximidade relacional com um maior número de organizações estão identificadas no Anexo – Quadro 118.

As organizações copromotoras destes projetos assumem tendencialmente uma posição mais periférica na rede quando comparadas com as organizações que desempenham o papel de promotor. O Anexo – Quadro 119 identifica as organizações que, no desempenho deste papel, conseguem gerar proximidade relacional com maior número de organizações. As organizações copromotoras com maior centralidade são maioritariamente da esfera das universidades. Atendendo ao facto de que as organizações com maior *out-degree* são da esfera das empresas, fica vincado que rede tem papéis diferenciados em função da esfera institucional do ator: as empresas no papel de promotoras e as universidades e centros de investigação no papel de copromotores. Na rede estão ainda presentes organizações das restantes esferas de atores, em número reduzido e desempenhando o papel de copromotores.

A ideia de que este é um sistema cujos papéis são diferenciados é reforçada pelo facto de que a maioria das organizações copromotoras e promotoras raramente desempenharem os dois papéis (Anexo – Quadro 120). Isto é, para o período em análise, a maioria das organizações que desempenham o papel de promotoras de um projeto não desempenham também o papel de copromotoras de projetos promovidos por outras organizações ou vice-versa. Apenas 9,6% das organizações da rede desempenham ambos os papéis, o que reforça a ideia de que estas são as organizações mais centrais deste ecossistema. São maioritariamente organizações pertencentes às esferas institucionais das empresas e das universidades, beneficiam do melhor de dois mundos, granjeando algumas delas boa centralidade local no desempenho dos dois papéis, como é o caso do Instituto Pedro Nunes, da INOVAMAIS ou da PLUX.

A exploração das medidas de centralidade global (Anexo – Quadro 121) permite confirmar que existe uma grande distância relacional média entre as organizações da rede. Os baixos valores de média e mediana do *closeness centrality* atestam, uma vez mais, que estamos perante uma rede esparsa. Apenas as organizações que integram os componentes mais pequenos desta rede apresentam valores mais significativos, mas estas estão isoladas da grande maioria das restantes organizações da rede, por pertencerem a pequenos componentes isolados. É mais um indicador que reforça a constatação de que, neste ecossistema, o conhecimento gerado numa determinada organização terá dificuldade em chegar à totalidade das organizações que compõem a rede. São as relações adjacentes, isto é, as de maior proximidade relacional, aquelas que permitem um maior acesso ao processo de produção e difusão de conhecimento. Isto é, o acesso ao conhecimento implica o envolvimento das organizações diretamente na sua produção, através do envolvimento direto nos projetos de inovação.

A grande diferença entre o valor máximo e mínimo de *betweenness centrality* demonstra que existem um conjunto reduzido de organizações que assumem uma elevada centralidade global (mais de 62% das organizações nunca está localizada no caminho mais curto entre duas organizações desta rede). Assim, para além das organizações com elevada centralidade local, existem organizações que se destacam por estabelecerem a ligação entre os vários átomos da rede. Muitas destas organizações têm baixa centralidade

local, mas desempenham um papel fundamental de ponte, sem as quais a rede ainda se dividiria num maior número de componentes, aumentando a sua fragmentação. O INEB, a FEUP, a FLUIDINOVA, a BIAL, o INETI, ou o IBILI são alguns exemplos deste tipo de organizações. São essencialmente organizações pertencentes à esfera institucional universitária ou das empresas, com baixos valores de *out-degree* e com valores médios ou baixos de *in-degree*, mas assumindo o papel de intermediárias das relações, constituindo-se como pontes na ligação global dos atores da rede. Este tipo de centralidade confere-lhes uma posição privilegiada no acesso e difusão do conhecimento. São ainda atores que podem desempenhar um papel importante na criação de oportunidades de aproximação entre organizações até então relacionalmente mais distantes (Anexo – Quadro 122).

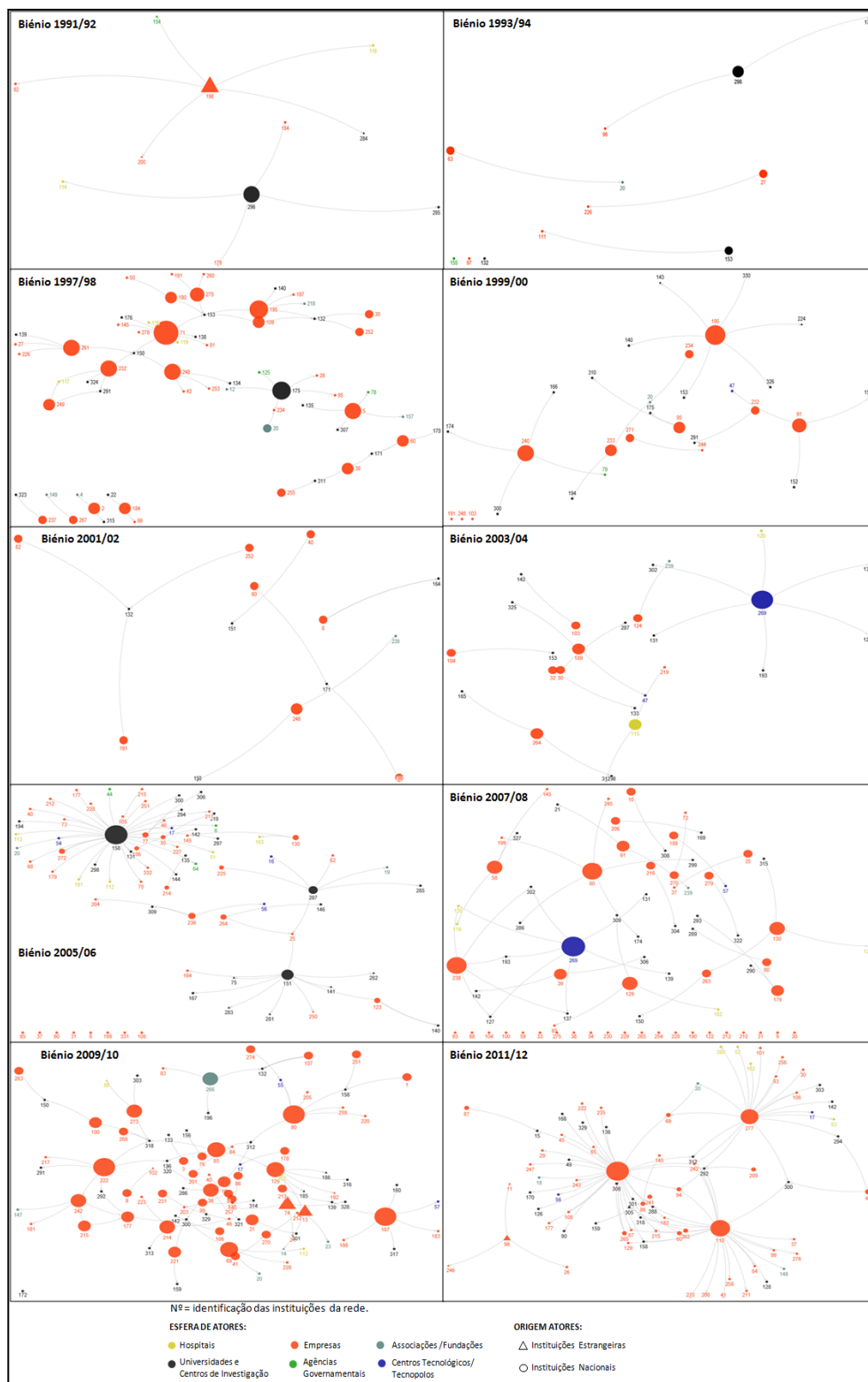
Em síntese, pode-se concluir que se trata de um sistema organizacional conectado por uma rede esparsa, com uma estrutura polinucleada, atomizada em torno das organizações de maior centralidade local, nomeadamente as empresas, e diferenciada em função dos papéis desempenhados pelas organizações (promotores ou copromotores), cujas pontes entre estas estruturas atomizadas são efetuadas por um pequeno grupo de organizações com maior centralidade global onde se as universidades emergem com um papel relevante, ainda que as empresas também o desempenhem.

7.4.2. Trajetória organizacional

A origem deste sistema dirigido à inovação na saúde humana está num grupo muito reduzido de organizações no início da década de 1990, como se pode observar pela exploração da evolução da rede organizacional por biénios (Figura 50 e Anexo – Quadro 123).

A origem destes projetos em redes dirigidos à saúde humana é liderada pela farmacêutica Laboratórios Andromaco Lda., com um projeto dirigido à profilaxia e tratamento da hepatite B, e pelo Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra, com dois projetos de dispositivos de diagnóstico clínico (um sistema de eletroencefalografia e um instrumento não invasivo de diagnóstico espectral ocular). Tal significa que, logo na origem do ecossistema, surgem os dois principais eixos em torno dos quais se desenvolvem, até à atualidade, as principais trajetórias dos processos de inovação: a farmacêutica e os dispositivos médicos e de diagnóstico clínico.

Figura 50: Rede INOV (1991 – 2012) – Evolução por biénio (*out-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Ao longo do tempo, identifica-se uma tendência geral para o aumento do número de organizações envolvidas nestas redes de inovação. No biénio 1997/98 observou-se um

aumento considerável no número de atores envolvidos nestes projetos, mas tratou-se de uma situação pontual e não teve continuidade nos biénios seguintes. É sobretudo a partir de 2005 que estas redes de inovação em torno da saúde humana ganham uma dimensão organizacional consistente ao longo do tempo.

Quanto à composição (Figura 50), confirma-se que ao longo dos biénios predominam sempre as organizações empresariais (as principais promotoras) e as organizações universitárias (as principais copromotoras). Pontualmente vão participando nestas redes de inovação organizações de outras esferas institucionais. Assim, também pela análise da evolução temporal destas redes organizacionais, confirma-se que estes projetos de inovação favorecem fundamentalmente o estabelecimento de relações de proximidade entre as organizações do subsistema empresarial e as do subsistema científico.

Em termos de estrutura (Anexo – Quadro 123), a análise da evolução por biénio revela também uma estrutura tendencialmente atomizada, com uma baixa densidade de ligações, comprovando a dificuldade do conhecimento circular entre todas as organizações da rede, o que indicia a necessidade da participação direta em cada um dos projetos para se aceder ao conhecimento aí produzido. Pontualmente, emergem algumas organizações com elevada centralidade local e/ou global. Estes posicionamentos de maior centralidade local e global são assumidos maioritariamente por organizações empresariais e universitárias. Este posicionamento central, particularmente das organizações da esfera universitária, confere-lhes um papel especial na criação de pontes entre os diferentes atores da rede, ao desempenharem o papel de copromotoras. Por não ambicionarem o lucro, as organizações da esfera das universidades assumem um posicionamento na rede que lhes permite desempenhar o papel de *boundary spanners*. Ao participarem num número mais diversificado de projetos de inovação dirigidos à saúde humana podem desempenhar o papel de agentes polinizadores ao transportarem o conhecimento e as competências acumuladas de uns projetos para outros.

As organizações com maior centralidade local em mais que um biénio, no desempenho do papel do promotor (Anexo – Quadro 124) são os Laboratórios Medinfar; a Pronefro, o Tagusparque e a Inovamais. As restantes apenas ocupam uma posição central num único biénio. Ao assumirem posições de maior centralidade repetidamente ao longo do tempo exibem maior capacidade de liderança neste tipo de projetos, granjeando uma presença

mais regular numa posição que lhes favorece a participação e acesso ao conhecimento e às competências desenvolvidas a partir destas redes.

No desempenho do papel de copromotor destes projetos de inovação, tendencialmente, as organizações assumem posições mais periféricas (Anexo – Quadro 125), daí que até 1997 não emerge nenhuma organização que se relacione com mais do que um ator. As organizações com maior centralidade local em mais que um biénio são o IBET, a Universidade de Coimbra e a Universidade do Minho.

Os atores com maior centralidade global para cada biénio correspondem às organizações que, em cada biénio, desempenham o principal papel na estruturação das ligações entre a globalidade das organizações e, ao posicionarem-se no caminho que liga os diferentes atores, beneficiam de melhor acessibilidade ao conhecimento e competências que se desenvolvem nestas redes. Esta análise confirma que, ao longo do tempo, as organizações empresariais e universitárias são as que assumem maior centralidade (Anexo – Quadro 126). Este índice de centralidade é muito variável de biénio para biénio, o que demonstra uma estrutura das ligações e conectividade das redes inconstante ao longo do tempo. Os atores que mais frequentemente assumem uma posição de centralidade global são os Laboratórios Medinfar, o IBET, INETI, a Critical Health, o Instituto Pedro Nunes, a Plux, Tagusparque, a Universidade de Coimbra e a Universidade do Minho.

Ao analisarmos a evolução temporal, importa identificar a frequência com que as organizações participam neste tipo de projetos em rede. Para além de centralidade, uma presença mais regular é reveladora de uma predisposição e capacidade organizacional para participar em processos de inovação em rede interorganizacional, convertendo-a num ator importante para os processos de inovação em rede dirigida à saúde humana.

As organizações que mais frequentemente desempenham o papel de promotores destes projetos de inovação dirigidos à saúde humana estão identificadas no Anexo – Quadro 127, tal como o número de organizações com quem se relacionam diretamente em cada biénio. É possível identificar as empresas que mais frequentemente se envolvem em processos de inovação em rede: a CIPAN em quatro biénios e a Bial em 3 biénios. Seguem-se um grupo de 19 empresas que, ao longo destes 10 biénios, assumem o papel de promotor de projetos de inovação em rede em dois biénios. Em geral, ao longo do tempo, o papel de promotor destes projetos de inovação em rede está disperso por diferentes organizações.

Quando se analisa a frequência com que as organizações desempenham o papel de copromotores (Anexo – Quadro 128), verifica-se que o efetivo das que desempenham mais que uma vez este papel aumenta significativamente. O INEB, o IPATIMUP e o ISQ estiveram envolvidos em projetos de inovação em 5 dos 10 biénios analisados, o que as converte nas organizações que mais regularmente participam neste tipo de projetos. Seguem-se a Universidade de Coimbra e o INEG-UP em 4 dos biénios em análise. Na globalidade, as organizações que mais frequentemente desempenham o papel de copromotoras pertencem à esfera institucional das universidades. Atendendo à natureza cumulativa do conhecimento e à necessidade de se estar envolvido no seu processo de produção para o internalizar, este é mais um indicador que reforça o potencial das organizações da esfera institucional universitária enquanto fertilizadores, graças ao conhecimento e competências que vão acumulando com a participação em diferentes projetos ao longo do tempo. Por outro lado, sai sublinhado o seu potencial polinizador e de *boundary spanners*, dada a elevada frequência com que participam neste tipo de projetos em rede.

Em síntese, embora a trajetória seja mais longa, é sobretudo a partir de 2005 que estas redes de inovação dirigidas à saúde humana ganham dimensão, criando uma estrutura atomizada que relaciona fundamentalmente organizações do sistema empresarial (as principais promotoras) e do sistema científico (as principais copromotoras), o que permite considerar que estas são redes que promovem essencialmente formas de *exploration knowledge* mas que revelam intencionalidade de evolução para as fases de *exploitation knowledge* pelo facto de, invariavelmente, ao longo do trajeto analisado, as empresas liderarem estes processos.

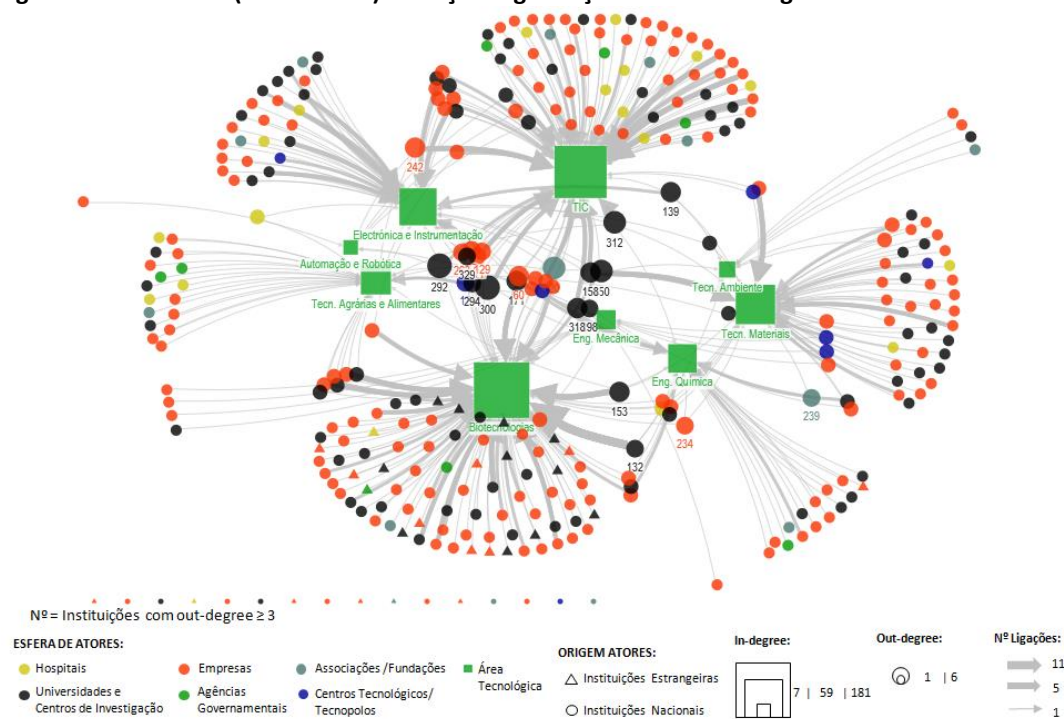
7.4.3. Relação organizações – áreas tecnológicas

A explicitação, em cada projeto de inovação, das organizações envolvidas e da área tecnológica em que estas se apoiam para o desenvolvimento de cada projeto, permite a construção de uma rede relacional da base cognitiva das organizações, permitindo identificar o conhecimento e as capacidades de absorção de conhecimento das organizações para a inovação dirigida à saúde humana.

É em torno das áreas tecnológicas da Biotecnologia (118) e das TIC (104) que se agregam o maior número de organizações para desenvolverem este tipo de projetos de inovação

dirigidos à saúde humana (Figura 51 e Anexo – Quadro 129). Constituem-se como a base de conhecimento com maior contingente organizacional na sua produção e a absorção. O leque de organizações que se envolvem na produção e absorção das restantes áreas tecnológicas é significativo, à exceção das tecnologias do ambiente (9) e da automação e robótica (7). Tal facto demonstra que existe um número significativo de organizações capazes de produzir e absorver conhecimento base diverso, não apenas o analítico, de que é exemplo a biotecnologia, mas também o sintético, de que são exemplo as TIC, as tecnologias dos materiais, a eletrónica e instrumentação, as tecnologias agrárias e alimentares, a engenharia química e a engenharia mecânica. Em todas as áreas tecnológicas observam-se ligações com um leque diversificado de esferas institucionais de ação, destacando-se as empresas, as universidades / centros de investigação e os hospitais.

Figura 51: Rede INOV (1991 – 2012) – relação organização – área tecnológica.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

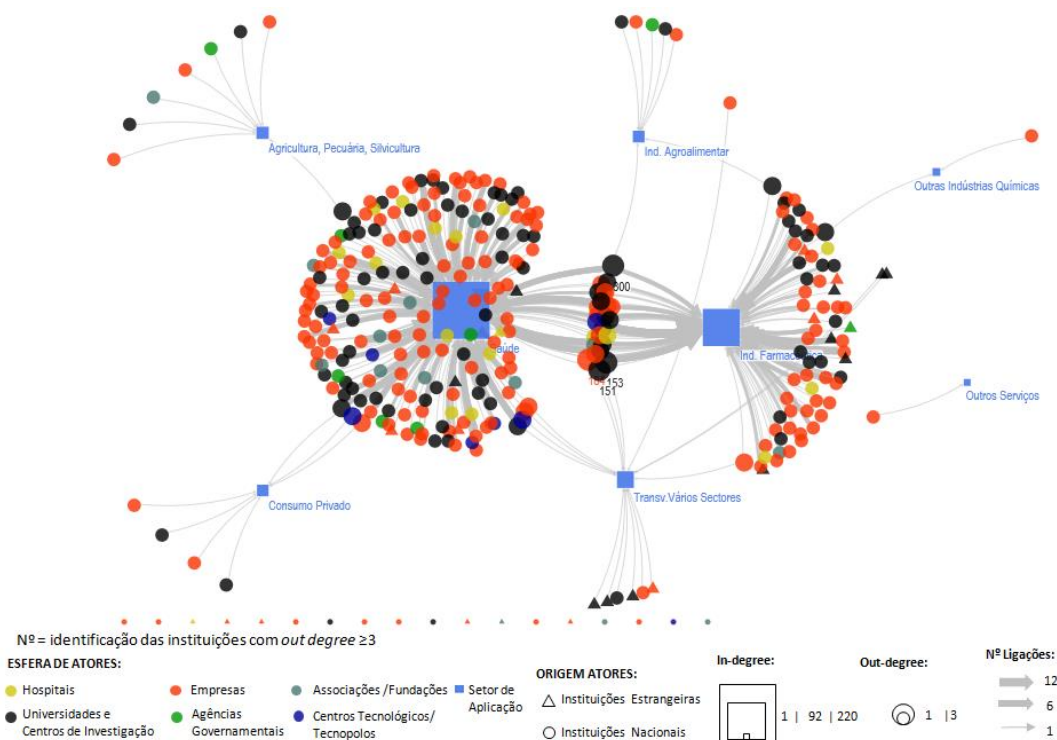
A grande maioria das organizações sustenta os processos de inovação apenas numa ou duas áreas tecnológicas (Figura 51), sinal de um certo grau de especialização organizacional em torno de determinadas áreas do conhecimento, a partir das quais

desenvolvem estes processos inovadores. As organizações empresariais são as que revelam uma tendência mais vincada para a especialização em torno da produção e absorção de numa ou duas áreas tecnológicas. Ainda assim, há organizações que enraízam os seus processos de inovação em três ou mais áreas tecnológicas (Anexo – Quadro 130). Neste grupo destacam-se as organizações da esfera da universidade. Este grupo de atores tem um perfil que lhes permite desempenhar um papel particular no processo de fertilização cruzada do conhecimento a partir de diferentes áreas tecnológicas e, a partir daí, potenciar a inovação.

7.4.4. Relação organizações – setores de aplicação

A explicitação, em cada projeto, das organizações envolvidas e do setor de aplicação a que se dirige, permite a construção de uma rede relacional que ajuda a traçar as fronteiras e a estrutura setorial deste sistema de incentivos à inovação para a saúde humana.

Figura 52: Rede INOV (1991 – 2012) – Relação instituições – setores de aplicação (*in e out-degree*).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Os setores de aplicação que agregam a grande maioria dos esforços de inovação organizacionais no âmbito destes projetos são a saúde (com 220 organizações diferentes) e a

indústria farmacêutica (com 92 organizações diferentes) (Figura 52 e Anexo – Quadro 131). Constituem-se como os setores organizacionalmente mais populosos neste ecossistema de inovação, o que reforça a sua centralidade neste ecossistema. São ainda aqueles que reúnem um leque mais diversificado de organizações provenientes de diferentes esferas institucionais de ação. Os restantes setores de aplicação assumem, mais uma vez, um posicionamento periférico neste ecossistema. Ainda assim, acrescentam alguma variedade setorial ao ecossistema, potenciando o alargamento das suas fronteiras de aplicação, ampliando as possibilidades de emergirem processos de variedade relacionada com setores de aplicação cuja relação direta com a saúde humana não é, à partida, tão evidente.

A ampla maioria das organizações direciona os seus esforços de inovação apenas para um setor de aplicação (Figura 52), o que revela uma forte tendência para a especialização organizacional na aplicação da inovação para a saúde humana. Apenas três organizações universitárias e uma empresa farmacêutica alargam os seus esforços de inovação a pelo menos três setores de aplicação diferentes e 32 organizações distribuem os seus esforços de inovação por dois setores de aplicação (Anexo – Quadro 132), dirigidos maioritariamente à saúde e à indústria farmacêutica. Uma vez mais, são as organizações da esfera universitária que revelam maior capacidade de diversificação quanto à aplicação dos processos de inovação em que se envolvem, o que lhes confere um papel especial de ponte capazes de ligarem diferentes setores de aplicação, podendo desempenhar um papel central na alavancagem de processos de variedade relacionada. Ainda assim, há também um número significativo de organizações empresariais que direcionam os seus esforços de inovação a aplicações em mais que um setor, nomeadamente na indústria farmacêutica e no setor da saúde. Este são dois setores cujo potencial de emergência de inovação por processos de variedade relacionada é considerável.

7.5. Rede institucional

Como já foi referido anteriormente, através da análise centrada nas relações estabelecidas entre as organizações de acordo com a esfera institucional a que pertencem avalia-se a tendência homofílica ou heterofílica das relações, originando redes endogâmicas ou exogâmicas. O Quadro 65 faz a síntese da estrutura da análise das comunidades institucionais.

Quadro 65: estrutura de análise das comunidades institucionais.

Metodologia	Objetivos de análise
Comunidades institucionais	<ul style="list-style-type: none">- caracterizar cada uma das esferas institucionais destas redes de inovação;- Analisar a proximidade/distância institucional proporcionada por esta rede de inovação;- Explorar as relações homofílicas e heterofílicas que se estabelecem e a consequente tendência para a formação de redes endogâmicas ou exogâmicas.
Subgrafos de relações adjacentes	<ul style="list-style-type: none">- Demonstrar a tendência de criação de ligações homofílicas ou heterofílicas das organizações com maior centralidade na rede, evidenciando a tendência para a formação de redes endogâmicas ou heterogâmicas.
Comunidades institucionais por biénios	<ul style="list-style-type: none">- Reconstruir a trajetória das ligações entre as diferentes esferas institucionais de ação;- Identificar a dinâmica temporal de criação de ligações endogâmicas e exogâmicas.

Fonte: elaboração própria.

7.5.1. Proximidade institucional e fronteiras institucionais

A criação de comunidades pelo atributo da esfera institucional de ação demonstra que esta não é a variável explicativa para as relações interorganizacionais que se estabelecem, como fica bem evidente pelo valor da modularidade (-0,1) muito abaixo do valor mínimo a partir do qual uma variável pode ser considerada como explicativa ($\geq 0,3$). A pertença à mesma esfera de ação não é a variável explicativa para o estabelecimento das relações interorganizacionais neste sistema de inovação. Isto é, as relações homofílicas, entendidas como a tendência para as organizações se relacionarem com outras organizações semelhantes, não é razão suficiente para explicar o estabelecimento destas relações interorganizacionais.

Os resultados desta análise (Figura 53 e Anexo – Quadro 133) evidenciam que mais de dois terços das relações se estabelecem com organizações pertencentes a outra esfera de ação e que 61% dos atores organizacionais nunca estabelece relações com organizações pertencentes à mesma esfera de ação.

A esfera institucional das empresas revela maior tendência endogâmica (Anexo – Quadro 133 e 134), mas a percentagem de relações homofílicas não ultrapassa os 24% do total das relações existente na rede e 39% das organizações empresariais nunca estabelecem relações com outras organizações dentro da mesma esfera de ação. Tal significa que, a avaliar pelas esferas institucionais de ação, este sistema de incentivos à inovação favorece a criação de proximidade relacional entre organizações institucionalmente distantes, possibilitando a criação de relações heterofílicas, originando redes exogâmicas.

A aproximação entre esferas institucionais de ação é particularmente relevante entre empresas e universidades/institutos de investigação. Possibilita ainda, embora com menor frequência, a aproximação das organizações da esfera empresarial e universitária com

atores oriundos das esferas dos centros tecnológicos/tecnopolos, hospitalar, das associações/fundações e da esfera governamental.

Figura 53: Rede INOV (1991 – 2012) – rede de relações homofílicas.

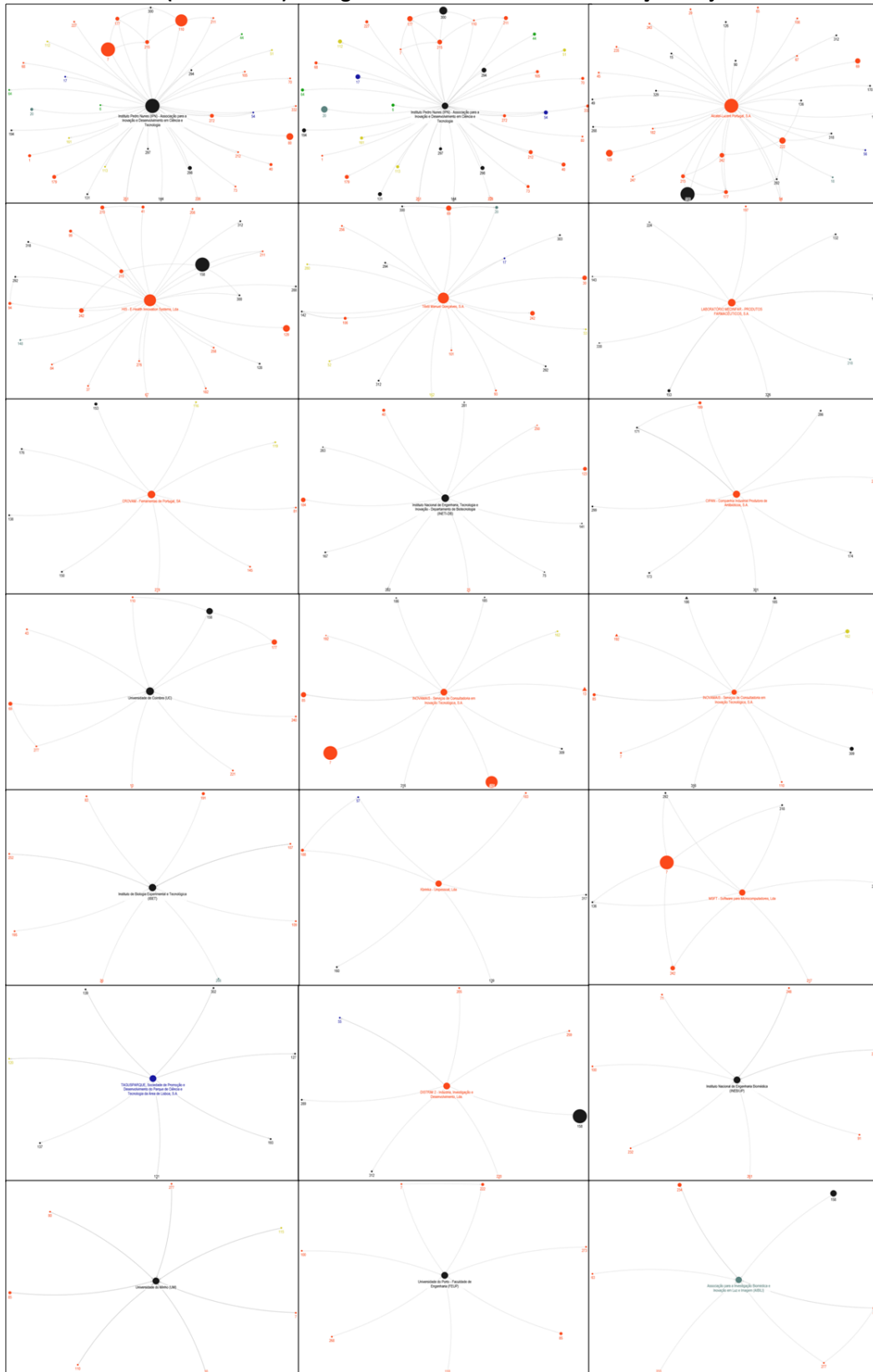


Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

A análise das relações adjacentes (Figura 54) ajuda a visualizar o comportamento exogâmico e poligâmico das organizações deste ecossistema. Independentemente de se centrar a análise das relações em organizações das esferas das universidades, das empresas, do governo, dos hospitais, das associações/fundações ou dos tecnopolos, a tendência revelada é de criar oportunidades para perfurar as fronteiras de ação institucional em que se enquadra a organização e aproximar-se de outros contextos institucionais através do envolvimento de organizações pertencentes a essa esfera de ação.

Este sistema proporciona o estabelecimento de relações heterofílicas, originando uma rede tendencialmente exogâmica que favorece a criação de proximidade relacional entre organizações pertencentes a diferentes esferas institucionais. Tal significa que este tipo de distância institucional não é impeditivo do estabelecimento de proximidade relacional. Desta forma, este sistema possibilita a aproximação entre diferentes contextos de ação institucional, à imagem do *modo 2* de produção de conhecimento, possibilitando os processos de fertilização cruzada de conhecimento entre as organizações com um certo grau de distância institucional.

Figura 54: Rede INOV (1991 – 2012) – subgrafos com maior número de relações adjacentes.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Em síntese, o espaço institucional desta rede é constituído por diferentes esferas de ação, predominando as esferas empresarial e universitária, e as relações são maioritariamente heterofílicas, originando redes exogâmicas, proporcionando assim a aproximação entre estas diferentes esferas institucionais de ação. Tal favorece particularmente a aproximação entre as esferas das empresas e as organizações do sistema científico nacional, potenciando a translação de conhecimento entre estes diferentes atores.

7.6. Rede geográfica

A partir da localização das organizações envolvidas nestes projetos de inovação dirigidos à saúde humana é possível explorar a ancoragem ao território destas redes, as diferentes escalas territoriais de proximidade relacional. O quadro 66 apresenta a síntese dos objetivos desta análise.

Quadro 66: estrutura de análise da rede geográfica.

Metodologia	Objetivos de análise
Rede geográfica	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os lugares de amarração destas redes de inovação; - Analisar a estrutura geral da rede geográfica, identificando os diferentes níveis de centralidade granjeada pelos diferentes lugares envolvidos; - Revelar as diferentes escalas geográficas do espaço relacional nesta rede (local, regional, nacional e internacional); - Identificar e caracterizar a composição organizacional e institucional de cada lugar, isto é, de cada nó da rede geográfica.
Rede geográfica por biénios	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória geográfica da rede; - Identificar os lugares com um trajeto mais longo na rede; - Explorar a evolução da centralidade dos lugares.
Rede áreas tecnológicas - lugares	<ul style="list-style-type: none"> - caracterizar o conhecimento base que sustenta estas redes em cada lugar; - Explorar a centralidade dos lugares em função do número de áreas tecnológicas que sustentam o processo de inovação; - Analisar possíveis tendências de especialização/diversificação dos lugares em torno de determinadas áreas tecnológicas.
Rede setor de aplicação - lugares	<ul style="list-style-type: none"> - caracterizar os setores de aplicação a que se dirigem os processos de inovação em cada lugar; - Explorar a centralidade dos lugares em função do número de setores de aplicação a que se dirigem os processos de inovação; - Analisar possíveis tendências de especialização/diversificação dos lugares em torno de determinados setores de aplicação.
Rede de áreas tecnológicas - lugares por biénio	<ul style="list-style-type: none"> - Reconstruir a trajetória dos lugares quanto às áreas tecnológicas de que partem os processos de inovação; - Identificar os lugares com um trajeto mais longo e diversificado/especializado quanto às áreas tecnológicas;
Rede setor de aplicação- lugares por biénio	<ul style="list-style-type: none"> - reconstruir a trajetória dos lugares quanto aos setores de aplicação a que se dirigem os processos de inovação; - identificar os lugares com um trajeto mais longo e diversificado/especializado quanto aos setores de aplicação;

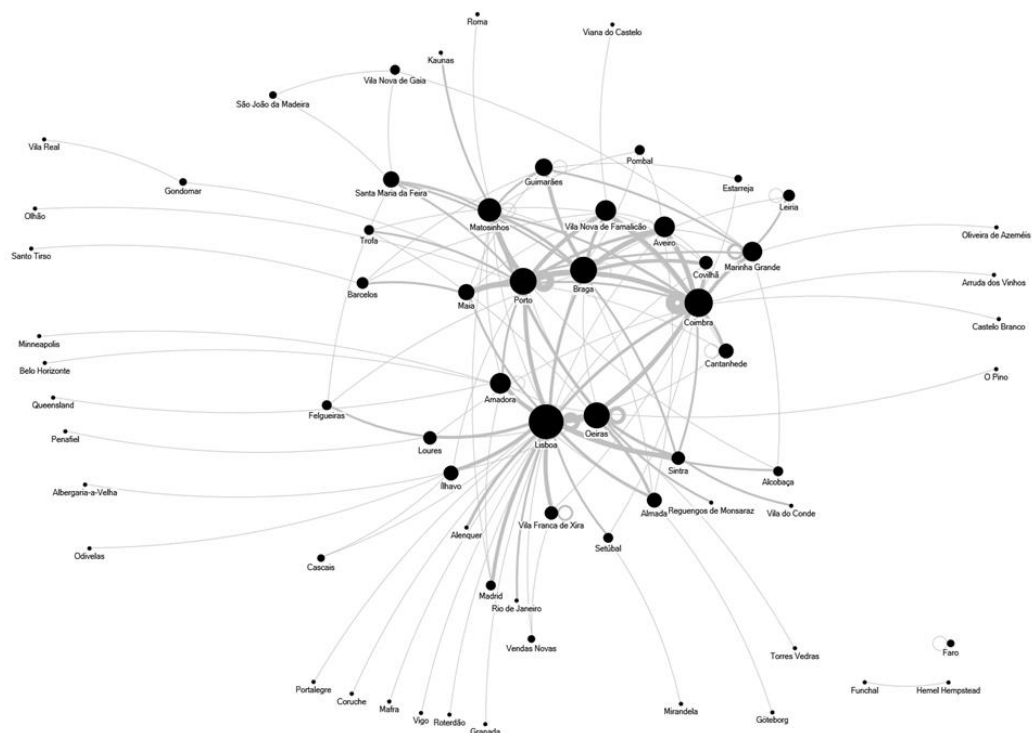
Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

No essencial, procura-se explorar a geografia relacional que resulta dos projetos desenvolvidos no âmbito deste sistema de incentivos à inovação dirigidos à saúde humana.

7.6.1. Centralidade dos lugares

A partir da localização das organizações e das respetivas ligações estabelecidas ao abrigo destes projetos de inovação dirigidos à saúde humana, elaborou-se uma análise centrada no território, em que os vértices correspondem a cada concelho onde se localizam as organizações e as ligações correspondem ao somatório de relações interorganizacionais entre cada concelho estabelecidas no âmbito destes projetos. Deste modo, exploram-se as diferentes escalas geográficas entre as quais se estabelecem ligações no âmbito desta rede de inovação dirigidas à saúde humana, cujo resultado é expresso na Figura 55.

Figura 55: Rede INOV (1991 – 2012) – rede de relações entre lugares.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

A rede geográfica é composta por 73 concelhos diferentes (54 portugueses e 19 estrangeiros) que estabelecem um total de 400 relações entre si, das quais 108 são relações únicas e 292 são relações duplicadas (Anexo – Quadro 135). Existem ainda 109

ligações (21,4%) que ocorrem dentro de uma escala de grande proximidade territorial (intraconcelhias) e 78,6% são relações que se estabelecem a maior distância territorial. Assim, a globalidade da rede revela uma tendência para estender o seu espaço relacional para além das fronteiras do concelho, ainda que a escala de muito grande proximidade territorial não seja insignificante.

A rede estruturar-se em 2 componentes conectados, mas fundamentalmente ela organiza-se em torno de um grande componente central que conecta a esmagadora maioria dos lugares que participam nesta rede. O outro componente corresponde a uma díade que liga o Funchal a Hemel Hempstead. A rede é ainda composta por 2 lugares isolados: Faro, que se liga apenas consigo mesmo, e Tondela que não estabelece qualquer ligação. Assim, não se estabelece proximidade relacional com todos os lugares envolvidos nesta rede de projetos de inovação, ainda que a distância geodésica máxima e média do componente principal estejam dentro do limiar de *small world*, que prevê que todos estamos conectados a uma distância máxima de 6 saltos.

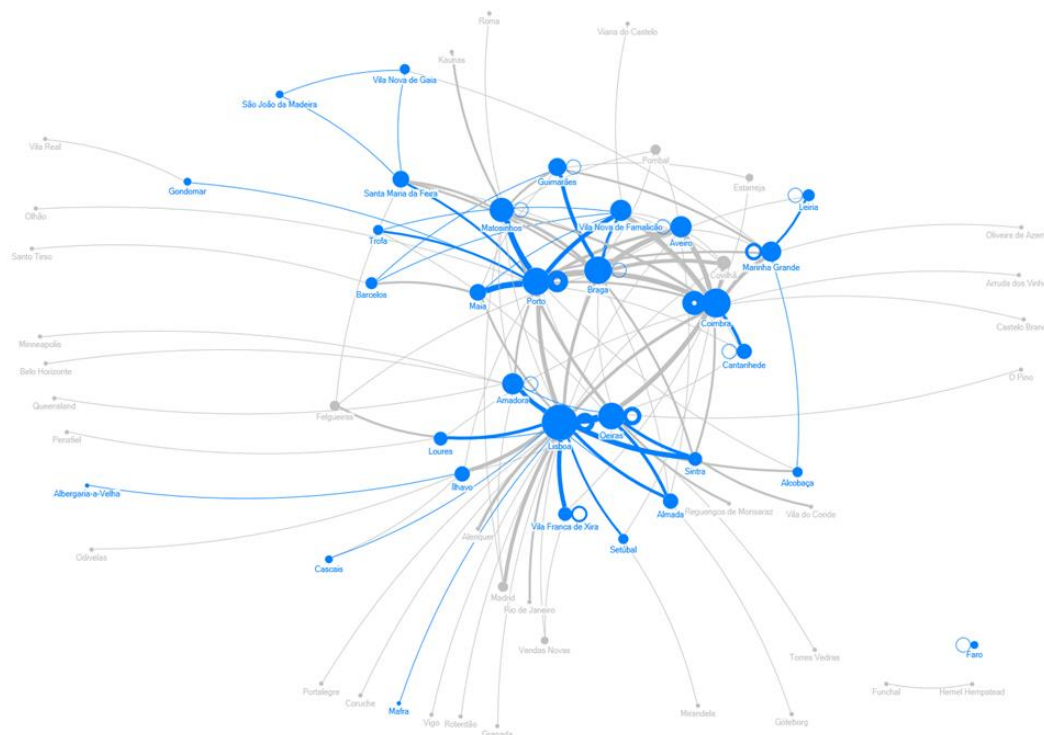
Por outro lado, a avaliar pelos valores máximo, mínimo, média e mediana do *in* e do *out-degree* e do *betweenness centrality*, (Anexo – Quadro 135) esta é uma rede hierarquizada. Alguns lugares assumem uma posição de elevada centralidade neste sistema nacional de inovação, a avaliar pelo forte papel estruturador das relações interconcelhias nestas redes de inovação. Lisboa, Coimbra, Braga e Famalicão são os concelhos que granjeiam maior diversidade relacional interconcelhia no desempenho do papel de promotores destes projetos (Anexo – Quadro 136), o que lhes confere uma elevada centralidade adjacente. Quando se centra a análise no desempenho do papel de copromotores, emergem os concelhos de Lisboa, Porto, Coimbra, Oeiras e Braga como os que revelam maior diversidade relacional interconcelhia (Anexo – Quadro 137) e, conseqüentemente, também com elevada centralidade adjacente. Quanto à centralidade global (Anexo – Quadro 138), Lisboa surge, de forma destacada, como o concelho com maior centralidade face à globalidade dos concelhos desta rede territorial. Seguem-se Coimbra, Porto e Oeiras.

Considerando a globalidade destes indicadores os concelhos com maior centralidade neste sistema relacional de inovação para a saúde humana são Lisboa, Porto e Coimbra. Num segundo nível de centralidade encontra-se Braga, Oeiras, Almada, Famalicão, Matosinhos, Aveiro, Amadora, Guimarães e Marinha Grande e Santa Maria da Feira.

7.6.2. A escala local

Focando a análise nas relações que se estabelecem à escala local (as que ocorrem dentro de uma distância tempo $\leq 45'$), 51,5% do total das ligações fazem-se dentro desta escala de grande proximidade geográfica, sendo que a escala de muita proximidade (intraconcelhia), por si só corresponde a 25,8% do total de ligações da rede (Figura 56 e Quadro 67). Tal significa que, nesta rede, a proximidade geográfica é muito importante para a criação de proximidade relacional.

Figura 56: Rede INOV (1991 – 2012) – Relações à escala local.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

É sobretudo em torno de Coimbra, Lisboa e Porto que essa coincidência entre a proximidade relacional e a proximidade geográfica mais se faz sentir.

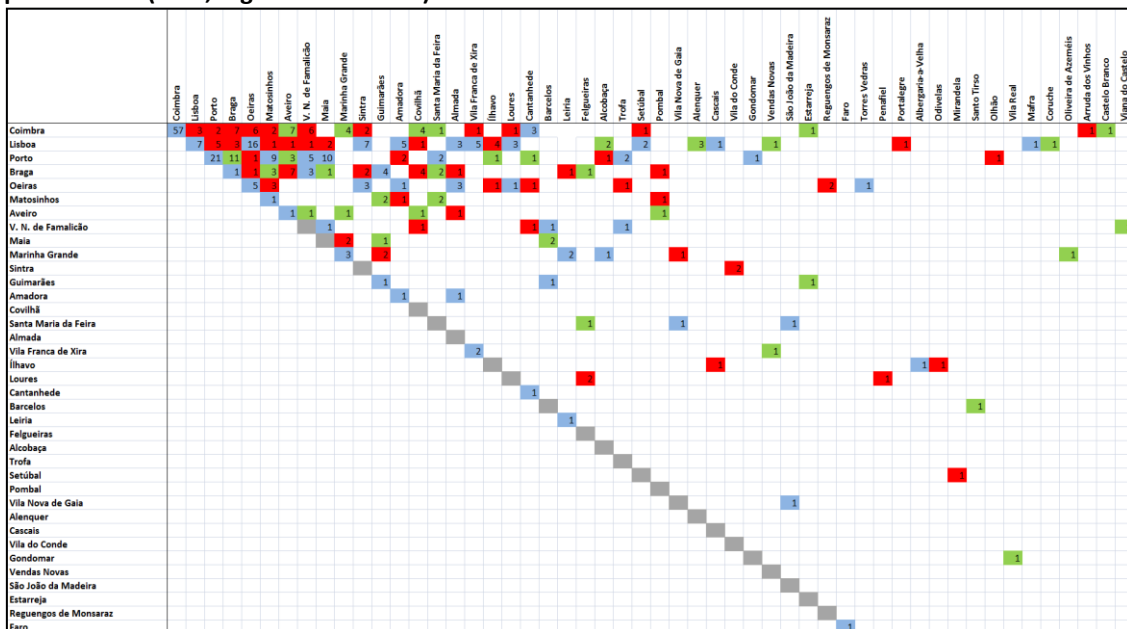
O espaço relacional de proximidade geográfica de Coimbra tem a particularidade de a esmagadora maioria das relações ocorrem numa escala de muito grande proximidade geográfica. Das 60 ligações que ocorrem à escala local, 57 ocorrem dentro do próprio concelho, às quais acresce apenas 3 ligações com Cantanhede. Isto é, para além de Cantanhede, Coimbra não encontra mais nenhum concelho onde se localizem

organizações com quem se relacione no âmbito destes projetos de inovação. Na globalidade, as ligações de grande proximidade local deste território correspondem a 15% do total das ligações da rede geográfica e correspondem a 52,6% das ligações com amarração nestes concelhos.

O espaço relacional de proximidade geográfica polarizado por Lisboa inclui Oeiras, Sintra, Almada, Amadora; Vila Franca de Xira, Loures, Cascais, Setúbal e Mafra, cujas ligações de grande proximidade geográfica representam 16,8% do total das ligações da rede geográfica e 38,1% do total de ligações com amarração nestes concelhos. As ligações de muita proximidade geográfica (intraconcelhias) correspondem apenas a 8,5% das ligações com amarração nestes lugares.

O espaço relacional de proximidade geográfica polarizado pelo Porto inclui Matosinhos, Maia, Famalicão, Santa Maria da Feira, Gondomar, Trofa e S. João da Madeira, cujas ligações de grande proximidade geográfica representam 14% do total de ligações da rede geográfica e 41,5% do total de ligações com amarração nestes concelhos. As ligações de muita proximidade geográfica (intraconcelhias) ocorrem essencialmente no Porto (21 das 22 ligações intraconcelhias) pesam 16,3% das ligações locais deste território.

Quadro 67: Rede FCT (1999-2010) – Matriz do total de relações nacionais, por escala geográfica de proximidade (local, regional e nacional)⁹⁶..



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

⁹⁶ As organizações isoladas não foram consideradas porque se trata de uma análise centrada nas relações.

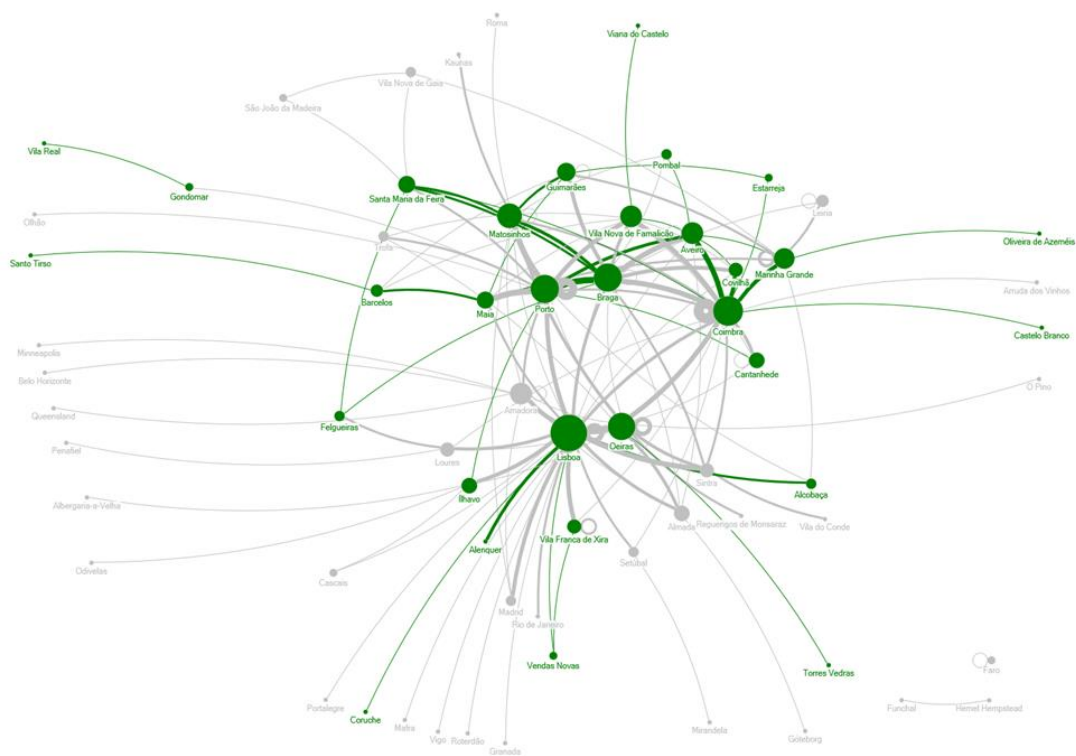
Considerando que 51,5% das ligações da rede ocorrem a uma escala de grande proximidade geográfica, é dentro dos territórios de relacionamento de grande proximidade geográfica polarizados por Lisboa, Porto e Coimbra que ocorre a esmagadora maioria dessas relações, (45,8% face ao total de ligações da rede ligações).

Surgem ainda mais dois esboços de espaços relacionais de grande proximidade local, mas com valores ainda pouco intensos: um é constituído por Braga, Guimarães, Famalicão e Barcelos; o outro é composto pela Marinha Grande, Leiria e Alcobaça.

7.6.3. A escala regional

As relações geográficas que ocorrem à escala regional (intervalo de distância tempo compreendido entre $\geq 45'$ e $\leq 120'$), correspondem a 16,7% do total de ligações da rede (Figura 57 e Quadro 67). Tal significa que, nesta rede, a escala regional tem um peso consideravelmente menor na criação de proximidade relacional entre as organizações envolvidas nestes projetos de inovação dirigidos à saúde humana.

Figura 57: Rede INOV (1991 – 2012) – Relações à escala regional.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

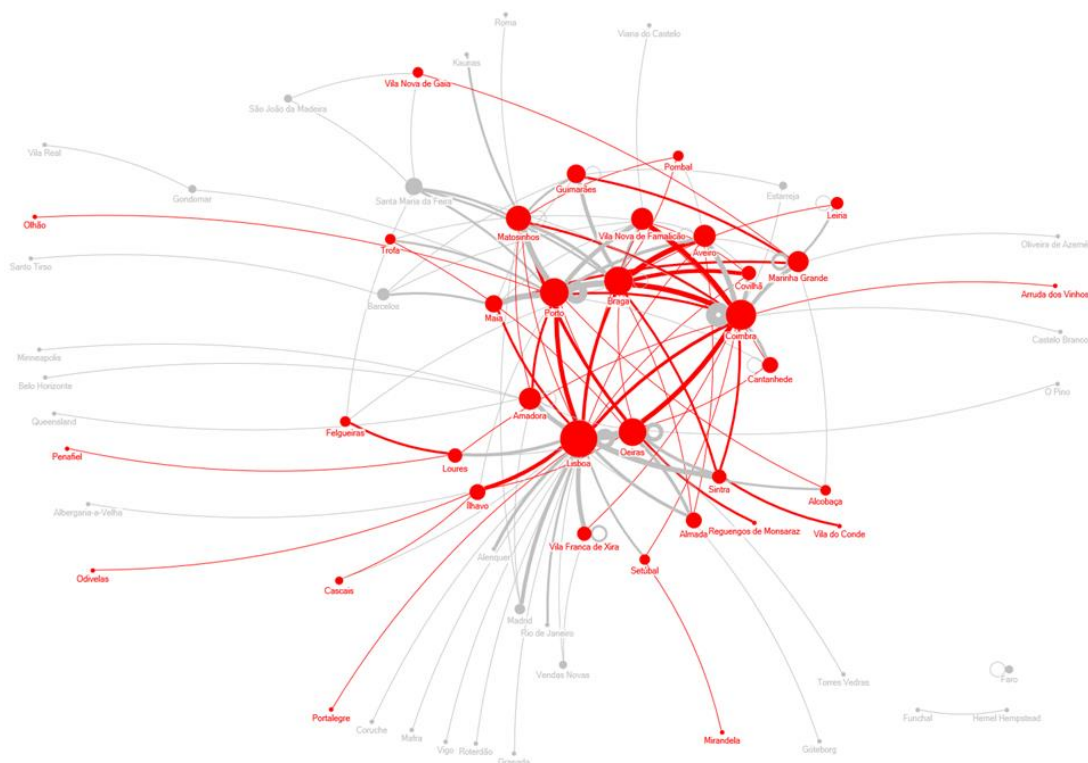
Numa leitura global, as ligações geográficas à escala regional, a sul são menos significativas, ainda que Lisboa alguma proximidade relacional com Alenquer, Alcobaça, Vendas Novas e Coruche. É, no entanto, nas regiões Centro e Norte que se observa maior intensidade relacional à escala regional. No Centro, as ligações de Coimbra com Aveiro (7) com a Marinha Grande (4) e com a Covilhã (4) são as mais intensas, às quais se juntam ligações menos intensas com Santa Maria da Feira, Estarreja e Castelo Branco. A esta escala, Aveiro também cria um espaço relacional de baixa intensidade com Marinha Grande, Famalicão, Covilhã e Pombal. No Norte são particularmente intensas as relações entre Porto e Braga (11), havendo também alguma intensidade relacional entre Porto e Aveiro (3) e entre Braga e Matosinhos (3). Seguem-se um conjunto de ligações de muito baixa intensidade relacional do Porto com Cantanhede e Ílhavo, assim como de Braga com Santa Maria da Feira, Maia ou Felgueiras.

7.6.4. A escala nacional

As relações geográficas à escala nacional (que ocorrem a uma distância tempo $\geq 120'$ dentro de Portugal) correspondem a 24,5% do total de ligações, correspondendo à segunda escala geográfica com maior número de ligações, depois da escala local (Figura 58 e Quadro 67). Desta forma, esta escala geográfica tem significado na criação de proximidade relacional entre as organizações envolvidas nestes projetos de inovação e liga os principais nós de amarração das redes locais e regionais (Lisboa, Porto e Coimbra), assim como outros nós com significado como Braga, Aveiro, Oeiras, Famalicão, Covilhã, Ílhavo. Desta forma, estas ligações ajudam a criar um sistema relacional nacional em torno dos processos de inovação dirigidos à saúde humana.

As ligações com maior intensidade à escala nacional fazem-se entre Coimbra e Braga (7) e entre Braga e Aveiro (7), seguindo-se as ligações entre Coimbra e Oeiras (6) e Coimbra e Famalicão (6) e Porto e Lisboa (5). Num segundo grupo, quanto à intensidade, encontramos ligações Lisboa – Ílhavo (4); Braga – Covilhã (4), Lisboa - Coimbra (3), Lisboa – Braga (3), Oeiras – Matosinhos (3). Todas as restantes ligações a esta escala geográfica têm intensidades inferiores a 3. A esta escala geográfica das relações, Coimbra e Lisboa são os nós de amarração do maior número de ligações e da maior diversidade de lugares com quem se relacionam, o que lhes confere um papel estruturador da rede nacional.

Figura 58: Rede INOV (1991 – 2012) – Relações à escala nacional.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

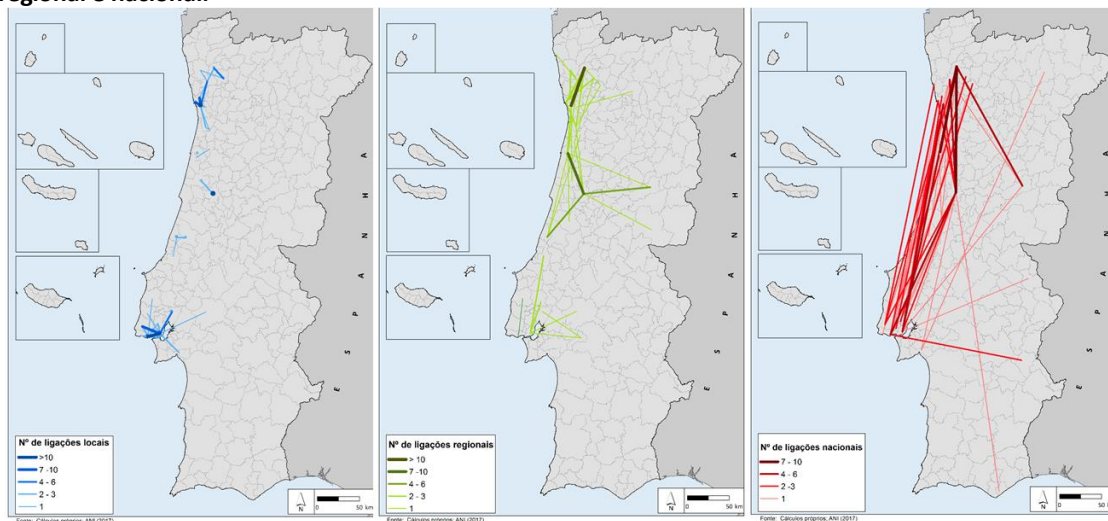
7.6.5. A escala internacional

As relações geográficas à escala internacional correspondem a apenas 7,3% do total das ligações da rede geográfica (Figura 59 e Anexo – Quadro 139). Esta é a escala geográfica com menor peso no estabelecimento de proximidade relacional, o que evidencia que neste tipo de redes de inovação para a saúde humana a grande distância geográfica pode ser um entrave para a criação de proximidade relacional através do envolvimento em projetos de inovação.

Há apenas quatro lugares portugueses que estabelecem relações internacionais: Lisboa, estabelecendo 9 ligações com 5 lugares diferentes, sendo mais intensa a ligação a Madrid; Matosinhos, com 4 ligações a 3 lugares diferentes; Amadora, com 4 ligações a 4 lugares diferentes; e, por último, Almada, Oeiras e Funchal que estabelecem apenas 1 ligação. Aliás, a única ligação na totalidade da rede que Funchal estabelece é precisamente esta ligação internacional com Hemel Hempstead.

humana, sendo que em Braga predominam as ligações regionais e nacionais e no caso de Oeiras predominam as ligações locais e nacionais.

Figura 60: Rede INOV (1991-2012) – Síntese das relações de proximidade relacional à escala local, regional e nacional.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

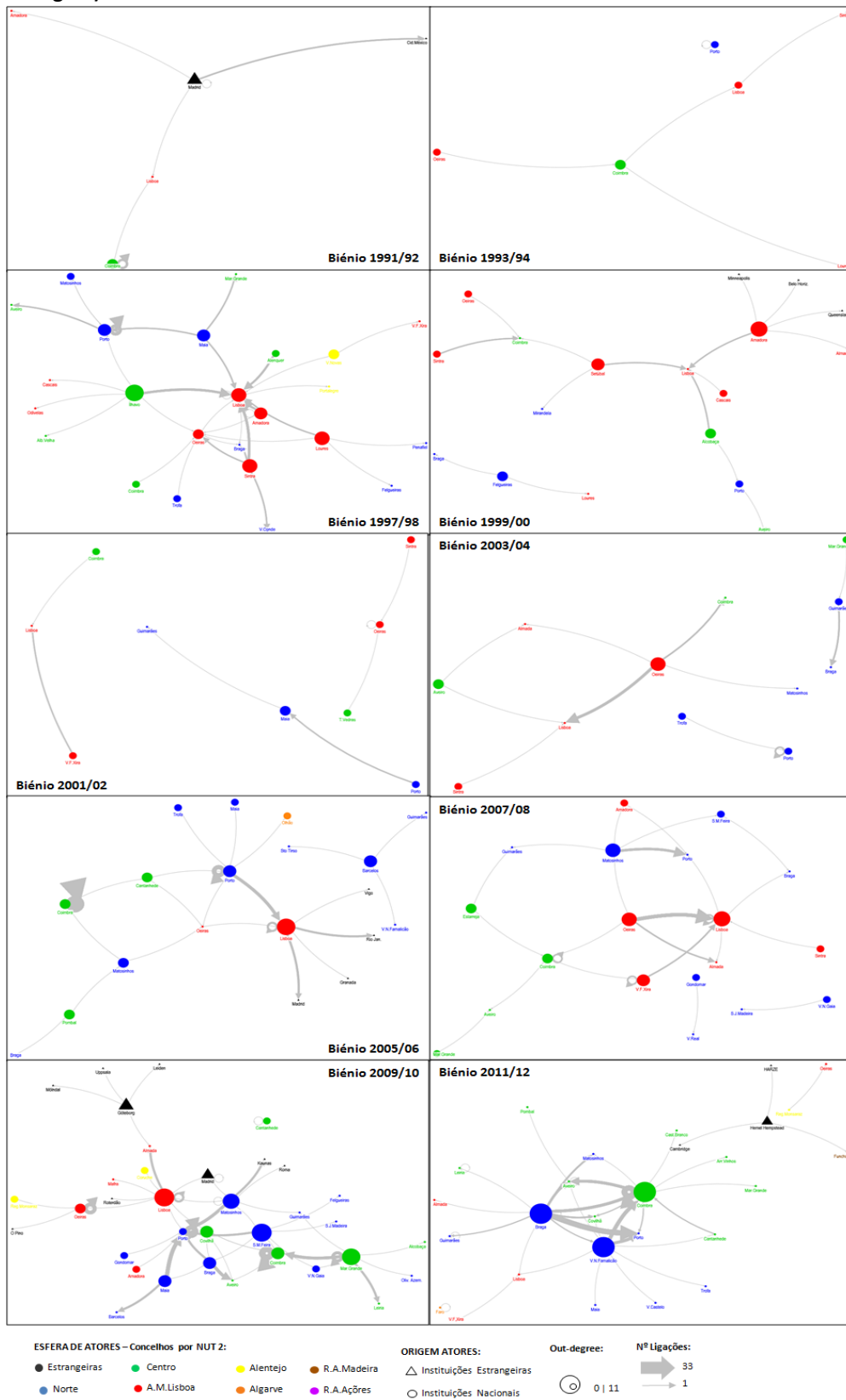
Matosinhos Aveiro, Famalicão, Maia Marinha Grande e Sintra emergem como o terceiro grupo de concelhos de amarração das ligações desta rede territorial, distribuindo essas ligações fundamentalmente pelas escalas local, regional e nacional.

Esta elevada coincidência da grande proximidade geográfica com a proximidade relacional pode ser justificada pelo facto de estarmos perante redes de inovação centradas nas empresas, que procuram desenvolver formas de *exploration knowledge*. Estes são processos de coprodução de formas de conhecimento que ainda não estão estabelecidas e com um elevado grau de incerteza, o que significa que se têm de estabelecer relações fortes de confiança e frequentes interações que envolvem formas tácitas de conhecimento, que implicam contactos frequentes cara-a-cara e formas de comunicação multidimensionais possibilitadas pela comunicação presencial frequente que é facilitada pela grande proximidade geográfica.

7.6.6. Trajetória territorial

A análise por biénios permite observar a trajetória territorial dos concelhos, atendendo ao papel que desempenham (promotor e copromotor) nestas redes de inovação (Anexo – Quadro 140 e 141e Figura 61).

Figura 61: Rede INOV (1991 – 2012) – evolução por biénios da rede de relações entre concelhos/cidades (out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Os concelhos de Lisboa e Coimbra são os que têm uma trajetória mais longa e ininterrupta neste tipo de projetos de inovação. Desde 1991 evidenciam capacidade de ancoragem destas redes de inovação dirigidas à saúde humana, ora no desempenho do papel organizacional de promotores ora no de copromotores e, na maioria dos biénios, no desempenho dos dois papéis em simultâneo. Merecem ainda referência, pelo longo trajeto de ancoragem destas redes, os concelhos do Porto e de Oeiras, cujas organizações aí localizadas participam ininterruptamente nestas redes desde 1993. Entre os territórios portugueses pioneiros na ancoragem deste tipo de projetos de inovação em rede surgem ainda a Amadora, mas a sua participação ao longo do tempo é muito mais intermitente que os concelhos identificados anteriormente (surge em cinco biénios).

A partir de 1997 os concelhos de Matosinhos, Braga, Aveiro e Marinha Grande assumem alguma capacidade de ancoragem regular deste tipo de redes de inovação para a saúde humana e, embora entrando apenas em 2001, Guimarães passa a exibir uma capacidade constante de ancoragem destas redes até ao último biénio em análise.

Quanto à centralidade global (Anexo – Quadro 140), Lisboa é o concelho que, ao longo do tempo, vai estruturando a globalidade da rede, exibindo, quase sempre os valores de maior centralidade global, face a todos os restantes territórios concelhios envolvidos neste tipo de projetos. Com valores de centralidade global também significativos e com uma regularidade relevante surgem os concelhos de Oeiras, Coimbra e Porto. Aveiro, Matosinhos, Braga, Maia e Guimarães surgem como um terceiro nível quanto à centralidade global, ao emergirem menos frequentemente que os concelhos anteriores, ainda que sempre em mais de dois biénios e com uma centralidade global considerável. Este é um sistema territorial relacional que, ao longo do tempo mantém um perfil hierárquico, com um grupo reduzido de concelhos a assumirem posições de centralidade local e global e articulando as relações com os diferentes concelhos do sistema relacional nacional para a inovação na saúde humana.

7.6.7. Composição dos nós da rede geográfica por lugares

A exploração da composição organizacional e das relações à escala de muita proximidade, medida pela colocação das organizações dentro do mesmo concelho, permite caracterizar a composição dos lugares de amarração das ligações territoriais e identificar possíveis *clusters* de muita proximidade territorial.

A estruturação de comunidades atendendo ao atributo da escala concelhia não é significativa (modularidade = 0,16) pelo que a colocação à escala concelhia não pode ser considerado um fator explicativo para as relações interorganizacionais que se estabelecem no âmbito destes projetos de inovação.

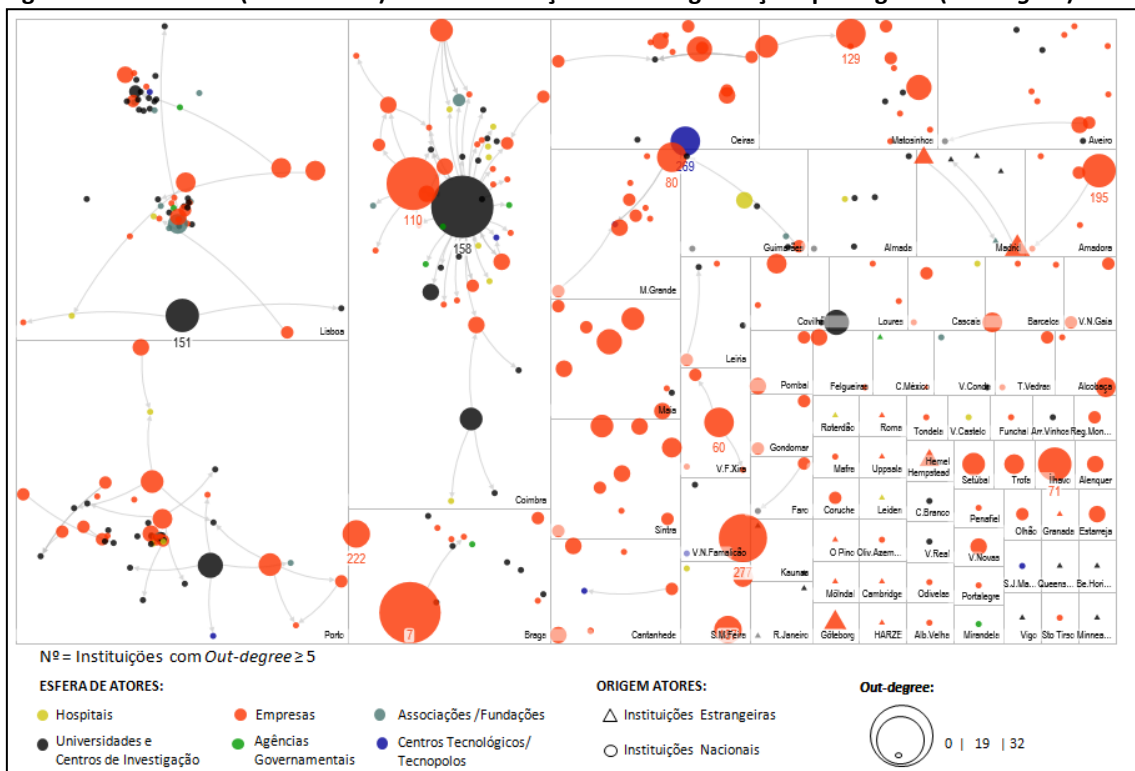
Em termos de povoamento organizacional (Anexo – Quadro 142), Lisboa é onde se localiza o maior número de organizações envolvidas em processos de inovação dirigidos à saúde humana (55), ao qual se seguem Porto (52), Coimbra (51), Braga (14), Oeiras (14), Aveiro (12), Matosinhos (12), Marinha Grande (10), Maia (8), Sintra (8), Guimarães (7) e Almada (6). Os restantes concelhos são povoados por menos de 5 organizações aí localizadas (Figura 62). Estes são os concelhos com maior espessura organizacional neste tipo de projetos de inovação dirigida à saúde humana. Por si só, os concelhos do Porto, Coimbra e Lisboa representam mais de 44% das organizações. Estes 12 concelhos representam mais de 70% do total de organizações envolvidas nestes projetos. Acresce ainda que estes mesmos concelhos são os que revelam maior diversidade de esferas institucionais envolvidas nestes projetos de inovação, o que reforça o caráter territorialmente seletivo deste tipo de redes de inovação, concentrando-se e ligando determinados territórios com maior densidade e diversidade organizacional.

De entre as organizações com maior centralidade encontram-se várias esferas institucionais de ação, com particular destaque para as organizações empresariais e para as organizações universitárias (O Anexo – Quadro 143 identifica as organizações com maior centralidade localizadas naqueles 12 concelhos).

Como já foi referido anteriormente, as ligações entre organizações colocadas dentro do mesmo concelho são muito reduzidas. Sobressai claramente Coimbra com 57 ligações que correspondem a 51,8% do total de ligações com amarração neste concelho. A avaliar pelo número de organizações e pelas respetivas interligações de muito grande proximidade territorial, Coimbra exhibe características de um *cluster* local de inovação dirigido à saúde humana. As organizações localizadas neste concelho exibem uma forte tendência para estabelecerem relações a esta escala geográfica. A demonstrá-lo está o facto de mais de 88% das organizações localizadas neste concelho se relacionarem com organizações colocadas dentro do concelho. Das 51 organizações localizadas em Coimbra, apenas 6 não estabelecem relações locais. Todas as restantes o fazem. Assim, atendendo ao facto de se tratar de um concelho com número e diversidade significativos de organizações

dirigidas à saúde humana, ao qual acresce o facto de a maioria das ligações organizacionais se fazem à escala local, criando uma comunidade local bem conectada (1 componente conectado e 6 nós isolados), pode-se considerar que o concelho de Coimbra se configura como um *cluster* local, o único que se pode observar nestas redes de inovação dirigidas à saúde humana. As organizações mais centrais na estruturação desta rede local de inovação na saúde são a Universidade de Coimbra, o AIBILI, o Instituto Pedro Nunes e o *E-Health Innovation Systems, Lda*. A própria composição diversificada quanto à esfera de ação destas organizações mais centrais reforça a evidência da existência de um sistema desenvolvido à escala local. No entanto, as redes muito centradas na escala local comportam o risco de *lock-in*, sobretudo considerando que, no âmbito destes projetos, Coimbra não estabelece nenhuma relação à escala internacional, embora existam ligações à escala regional e nacional.

Figura 62: Rede INOV (1991 – 2012) – Rede de relações entre organizações por lugares (out-degree).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

No caso do Porto, o número e a diversidade de organizações aí localizadas é significativo. No entanto, as relações estabelecem-se preferencialmente com organizações localizadas fora do concelho (apenas 26,9% das ligações são intraconcelhia), pelo que, a rede

intraconcelhia é desconectada (fragmenta-se em 6 componentes conectados e 26 atores isolados) e 50% dos atores aí localizados nunca se relacionam com as organizações colocalizadas neste mesmo concelho. Daqui resulta um sistema relacional de inovação com algumas ligações intraconcelhias, mas conectado maioritariamente à escala local supraconcelhia, à escala regional e à escala nacional. A multiescalaridade relacional é a característica dominante

No caso de Lisboa a rede de muita proximidade territorial é ainda mais desconectada. Apesar do número e diversidade de organizações aí localizadas serem significativas, existem apenas 7 ligações entre organizações colocalizadas neste concelho. Tal facto origina uma rede intraconcelhia constituída por 6 componentes conectados e 35 organizações isoladas. Tal significa que 64% dos atores aqui localizados nunca estabelecem relações com outras organizações colocalizadas no concelho de Lisboa. Neste caso, as relações estabelecem-se preferencialmente com as escalas local supraconcelhia e nacional, estando também presentes ligações regionais e internacionais, assumindo uma natureza multiescalar.

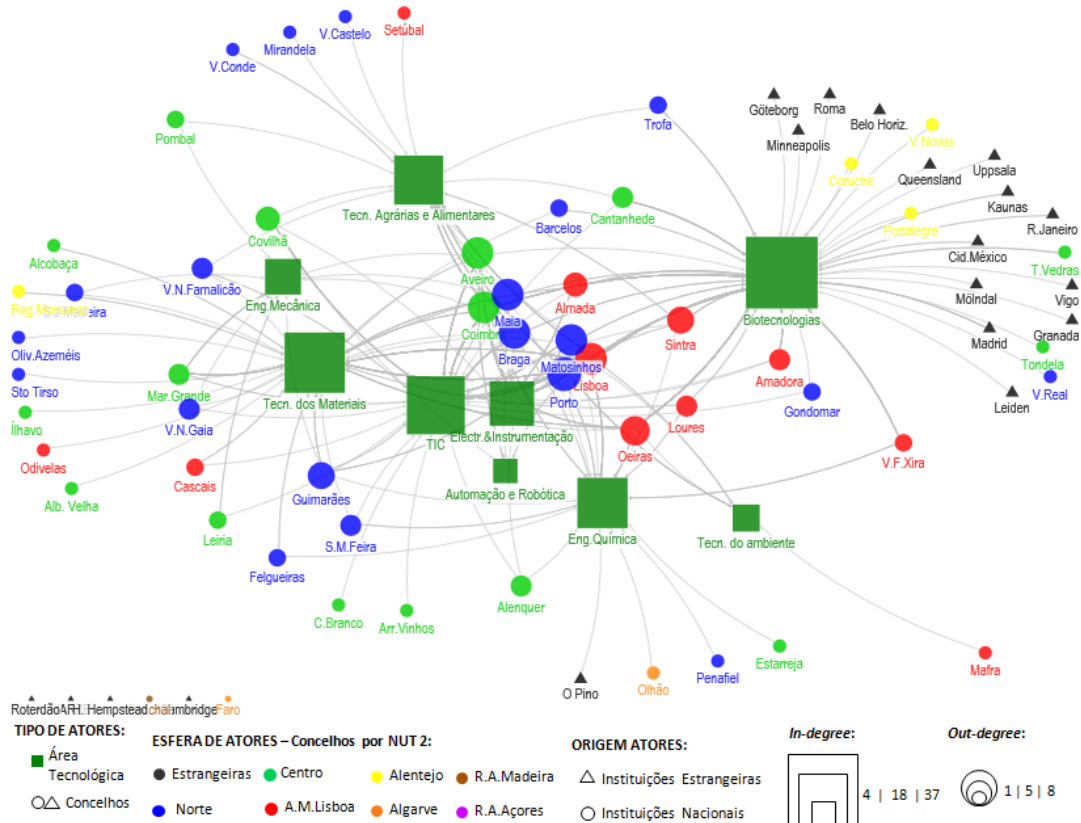
Todos os restantes locais presentes nesta rede, incluindo os restantes 9 concelhos com maior densidade de organizações envolvidas nestas redes de inovação, ou não têm qualquer ligação intraconcelhia ou o seu número é muito reduzido.

7.6.8. Especialização/diversificação territorial das áreas tecnológicas

A partir da identificação da área tecnológica em que se sustenta cada projeto e da respetiva localização das organizações neles envolvidas é possível identificar, para cada concelho, o conhecimento base em que se enraízam os processos de inovação desenvolvido pelas organizações aí localizadas. Assim, é possível explorar o grau de maior ou menor especialização desses territórios nestas redes de inovação dirigidas à saúde humana. Pretende-se, por um lado, identificar a base de conhecimento de cada concelho, revelada pela participação nestes projetos de inovação na saúde humana e, por outro lado, revelar o mosaico da distribuição territorial do conhecimento base que resulta destes projetos e avaliar possíveis tendências de especialização/diversificação dos processos de inovação em cada um dos concelhos que participam nesta rede de inovação dirigida à saúde humana, atendendo à área tecnológica em que se enraízam.

A base de conhecimento no qual se enraízam as organizações por concelho nestes processos de inovação em rede está identificada na Figura 63 e no Anexo – Quadro 144

Figura 63: Rede INOV (1991 – 2012) –Relações dos lugares com as áreas tecnológicas.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

A Biotecnologia é o conhecimento base que sustenta os processos de inovação com amarração num maior número de concelhos. De realçar que, à exceção de O Pino (Galiza-Espanha), todas as restantes organizações estrangeiras que se envolvem nestas redes têm na biotecnologia a base de conhecimento para alavancar estes processos de inovação para a saúde humana (Figura 63). Esta observação está em linha com a tese do conhecimento base, nomeadamente pelo facto de se tratar de conhecimento analítico, mais facilmente codificável e mais passível de transmissão à distância, permitindo a proximidade relacional apesar da distância geográfica. Esta análise reforça aquela proposta teórica. Por um lado, dado que se trata de um sistema de incentivos direcionados preferencialmente a atores nacionais, é um sinal de que não existem, no território nacional para o período em análise, organizações com as competências suficientes em torno da biotecnologia, daí a necessidade de, nos projetos que envolvem esta área tecnológica, se estabelecerem relações com

organizações localizadas fora das fronteiras de Portugal, para aceder e integrar esse conhecimento e essas competências em falta. Por outro lado, a participação de organizações estrangeiras nestas redes de inovação para a saúde humana enraizadas na biotecnologia é interpretada como um reconhecimento, por parte destas, do valor do conhecimento específico e das competências existentes nas organizações sediadas em Portugal.

As tecnologias dos materiais (26) e as TIC (24) são as áreas de conhecimento que se seguem quando à diversidade de locais com competências instaladas nestas duas áreas tecnológicas, no âmbito destas redes. Seguem-se a engenharia química (18), tecnologias agrárias e alimentares (17) e eletrónica e instrumentação (14). O grupo com menor difusão territorial é composto pela engenharia mecânica (9), tecnologias do ambiente (5) e automação e robótica (4).

Esta análise da distribuição territorial da base de conhecimento é explicada pelo número de projetos que se sustentam em cada uma destas áreas tecnológicas e, como já se explorou anteriormente, a Biotecnologia e as TIC são a base de conhecimento em que se enraízam a maioria destes projetos de inovação.

Mais do que a análise do número de locais relacionados com cada uma das áreas tecnológicas, importa analisar a diversidade de competências internas a cada um dos concelhos presentes nesta rede de inovação para a saúde humana.

Centrando a análise na distribuição territorial da base de conhecimento, a maioria dos locais exhibe competência de inovação para a saúde humanas em uma ou duas áreas tecnológicas. Tal deve-se ao facto da grande maioria dos locais participar nestas redes com um efetivo organizacional reduzido e num número reduzido de projetos. A magreza organizacional para os processos de inovação dirigidos à saúde humana destes territórios é que justifica a especialização. Ainda assim existem locais que revelam maior densidade organizacional e maior capacidade relacional interorganizacional nos processos de inovação para a saúde humana, pelo que merecem uma exploração mais detalhada.

O Porto revela uma base de conhecimento instalada com capacidades reveladas para a inovação na saúde humana num leque mais diversificado de áreas tecnológicas (8). O elevado número de organizações envolvidas nestas redes de inovação para a saúde que se localizam neste local é uma variável que ajuda a justificar esta maior diversidade. No entanto, esta diversidade da base de conhecimento localizado no território do Porto também justifica a elevada capacidade de amarração que este revela no contexto destas redes de inovação para a saúde, uma vez que a existência de uma base de conhecimento mais alargada amplia a

possibilidade de participação numa gama mais diversificada de projetos relacionados com a saúde humana. Estas características podem favorecer a emergência, à escala local, de inovação por processos de fertilização cruzada de conhecimento, dada a elevada proximidade geográfica e a existência de proximidade relacional com algum significado à escala local. As TIC (30 ligações) e a biotecnologia (25) são a base de conhecimento em que se enraízam a maioria dos processos de inovação para a saúde humana com amarração no Porto. Seguem-se, por ordem decrescente, as tecnologias dos materiais (14), as tecnologias agrárias e alimentares (5), a eletrónica e instrumentação (4), as tecnologias do ambiente (4), a engenharia química (3) e, por último, a automação e robótica (2).

Se considerarmos o espaço de proximidade geográfica à escala local e regional que se organiza em torno do Porto, emergem ainda Braga, Maia e Matosinhos com a capacidade revelada para a inovação na saúde humana repartida por 7 áreas tecnológicas. Da capacidade de conhecimento instalada em Braga destaca-se as TIC (7 ligações), seguindo-se as tecnologias agrárias e alimentares (4), biotecnologia (3), engenharia química (2), eletrónica e instrumentação (2), tecnologias dos materiais (2) e, finalmente, automação e robótica (1). No concelho da Maia, a capacidade da base de conhecimento revelada distribui-se pela tecnologia dos materiais (4 ligações), seguindo-se as TIC (2), a biotecnologia (2), a eletrónica e instrumentação (2) e, por fim, engenharia mecânica (1), engenharia química (1) e as tecnologias agrárias e alimentares (1). No concelho de Matosinhos destaca-se a capacidade de conhecimento instalada em torno das TIC (7 ligações) e, com elevada proximidade cognitiva das TIC, segue-se a eletrónica e instrumentação (6), pelo que há uma certa especialização das redes de inovação na saúde com amarração neste território em torno desta base de conhecimento. Identificam-se ainda outras capacidades de conhecimento instaladas neste território, nomeadamente na biotecnologia (3), nas tecnologias do ambiente (2) e, por último, na engenharia química (1), nas tecnologias agrárias e alimentares (1) e nas tecnologias dos materiais (1). Merece também referência Guimarães com 5 áreas tecnológicas diferentes. A base de conhecimento que permite a amarração destas redes de inovação a este concelho distribui-se pelas tecnologias dos materiais (3 ligações), eletrónica e instrumentação (3), TIC (2), engenharia química (1) e engenharia mecânica (1). Por último merecem ainda uma análise os concelhos de Santa Maria da Feira, Famalicão e V. N. Gaia, cada um com competências reveladas para a inovação em saúde humana em 3 áreas tecnológicas distintas. Em Santa Maria da Feira a amarração destas redes de inovação para a saúde humana faz-se ancorada na engenharia química (2), nas TIC (1) e nas tecnologias dos materiais (1). Em Famalicão faz-se em

torno das TIC (2), das tecnologias dos materiais (1) e das tecnologias agrárias e alimentares (1). Em Gaia amarram-se numa base de conhecimento composta pelas TIC (1), engenharia mecânica (1) e engenharia dos materiais (1). Ainda assim, todos estes três concelhos revelam uma baixa intensidade relacional com estas áreas científicas que é reveladora da pouca espessura da base de conhecimento aqui instalada.

Coimbra, emerge com capacidades reveladas em 7 áreas tecnológicas diferentes. Este é o concelho com uma rede de ligações interorganizacionais mais densa, pelo que se espera igualmente uma forte intensidade de ligações com algumas destas áreas tecnológicas. É o que se verifica, particularmente para o caso das TIC (63 ligações) destacando-se claramente como o concelho com maior capacidade revelada nesta área do conhecimento com aplicação à saúde humana, o que pode ser interpretado como um território com uma especialização particular em processos de inovação para a saúde humana enraizados nesta base de conhecimento. Esta evidência da especialização em torno da área tecnológica das TIC com aplicação à saúde humana sai reforçada se atendermos ao facto que a segunda área tecnológica em termos de capacidade reveladas é a eletrónica e instrumentação (17 ligações), estando também muito associada às TIC. Em termos da base de conhecimento, segue-se a biotecnologia (15), as tecnologias agrárias e alimentares (7), a engenharia química (3), as tecnologias dos materiais (3) e, finalmente, a engenharia mecânica (1), o que confere a este território um certo grau de diversidade da base de conhecimento com capacidades reveladas para a inovação na saúde, gerando a possibilidade da emergência de inovação a partir de processos de fertilização cruzada sustentados na base de conhecimento local.

Considerando o espaço relacional que se estabelece à escala local e regional em torno de Coimbra, Aveiro sustenta os processos de inovação que aí encontram amarração em 7 áreas tecnológicas, sendo que as TIC (13 ligações) é a base de conhecimento com mais capacidades reveladas a partir desta rede de inovação para a saúde humana, seguindo-se a eletrónica e instrumentação (4), a automação e robótica (3), as tecnologias dos materiais (2) e, finalmente, a engenharia mecânica (1), a biotecnologia (1) e as tecnologias agrárias e alimentares (1). A base de conhecimento para a inovação na saúde humana da Covilhã reparte-se por 4 áreas tecnológicas. Neste concelho há uma especialização na área tecnológica das TIC (7 ligações), distribuindo-se a restante base de conhecimento pelas áreas da eletrónica e instrumentação (1), automação e robótica (1) e tecnologias agrárias e alimentares (1). Se considerarmos que as principais capacidades reveladas para a inovação na saúde em Coimbra, Aveiro e Covilhã partem da base de conhecimento das TIC e, como já demonstramos anteriormente, se atendermos ao

fato de que entre as organizações destes três concelhos existe uma considerável proximidade relacional, pode-se esboçar um *cluster* regional especializado na aplicação da área tecnológica das TIC à saúde humana, centrado em Coimbra, mas composto por estes territórios.

Ainda neste espaço relacional à escala local e regional que se organiza em torno de Coimbra, merecem referência Cantanhede, Marinha Grande, cada um com competências reveladas para a inovação em saúde humana em 3 áreas tecnológicas distintas. Em Cantanhede, a amarração destas redes de inovação para a saúde humana faz-se ancorada sobretudo na biotecnologia (7 ligações), muito associada com tecnopolo Biocant, mas reparte-se ainda pelas tecnologias agrárias e alimentares (1) e pelas TIC (1). Na marinha Grande, as capacidades reveladas da base de conhecimento especializam-se essencialmente nas tecnologias dos materiais (8 ligações), surgindo ainda capacidades associadas à engenharia mecânica (4) e às TIC (2).

Assim, o facto da base de conhecimento principal desenvolvido no espaço relacional que se desenvolvem em torno de Coimbra ser as TIC, uma forma sintética de conhecimento base, ajuda a justificar o comportamento relacional interorganizacional com elevada coincidência entre a proximidade relacional e a proximidade geográfica. Atendendo à natureza com maior pendor tácito do principal conhecimento base que suporta o desenvolvimento da inovação na saúde humana deste território, a sua transmissão à distância faz-se com maior atrito.

Lisboa tem capacidades reveladas para a inovação na saúde humana em 7 áreas tecnológicas diferentes. Sendo também um dos territórios com maior densidade de relações interorganizacionais, conseqüentemente evidencia elevadas capacidades da base de conhecimento aí localizada. Destacam-se claramente as capacidades reveladas na área tecnológica da biotecnologia (37 ligações), revelando um certo grau de especialização em torno desta base de conhecimento. Ainda assim, a base de conhecimento que alavanca os processos de inovação com amarração neste território é diversificada, abarcando a eletrónica e instrumentação (18), as tecnologias dos materiais (10), a engenharia química (7), as TIC (5), as tecnologias agrárias e alimentares (4) e as tecnologias do ambiente (1). Existe uma certa especialização das capacidades de conhecimento para a inovação na saúde humana deste território em torno da biotecnologia, mas o seu elevado efetivo organizacional, a sua elevada capacidade relacional e a diversidade da base de conhecimento não inviabilizam a emergência de processos de inovação por via da fertilização cruzada de conhecimento.

Ainda no espaço de proximidade relacional que se organiza à escala local e regional em torno de Lisboa, mas com capacidades reveladas em 6 áreas tecnológicas surge o concelho de Oeiras. À imagem de Lisboa, o concelho de Oeiras revela capacidades de conhecimento

particularmente significativas na biotecnologia (22 ligações). Se atendermos ao facto, já demonstrado, da elevada proximidade relacional entre as organizações localizadas em Oeiras e as localizadas em Lisboa, podemos identificar um *cluster* especializado na biotecnologia direcionada para a saúde humana que abarca estes dois concelhos territorialmente contíguos, pelo que se conjuga a proximidade geográfica e a proximidade relacional. Em Oeiras emerge ainda uma base de conhecimento com capacidades reveladas para a inovação na saúde humana a partir das áreas tecnológicas das eletrónica e instrumentação (6), das tecnologias dos materiais (5), da engenharia química (3), das tecnologias do ambiente (1) e das TIC (1).

Já em Sintra, a base de conhecimento com capacidades reveladas para a saúde humana reparte-se por 5 áreas tecnológicas. A Biotecnologia é a que revela maior intensidade de ligação (4 ligações), seguida pelas tecnologias agrárias e alimentares (2), pela eletrónica e instrumentação (2), pela engenharia química (1) e pelas TIC (1). De notar que, também neste concelho, a biotecnologia se destaca o que reforça uma certa tendência para a especialização da Região de Lisboa em torno desta área tecnológica.

O concelho de Almada reparte a base de conhecimento com capacidades reveladas para a inovação na saúde humana por quatro áreas tecnológicas. A eletrónica e instrumentação lidera (4 ligações), seguida pela biotecnologia (3 ligações), pelas tecnologias dos materiais (2) e pelas TIC (1).

Ainda na escala local e regional que se organiza em torno de Lisboa, os concelhos de Amadora e Loures repartem as capacidades reveladas para a inovação na saúde humana por 3 áreas tecnológicas. No caso da Amadora há uma clara liderança da biotecnologia (7 ligações), marcando ainda presença a eletrónica e a instrumentação (1) e as TIC (1). Em Loures há uma distribuição igual do peso das ligações pela Biotecnologia (2), engenharia química (2) e tecnologias dos materiais (2). Por último, apesar da baixa diversidade, Vila Franca de Xira merece referência pela intensidade de relação com a biotecnologia (7 ligações). Além da biotecnologia, ainda revela capacidades na engenharia química (3).

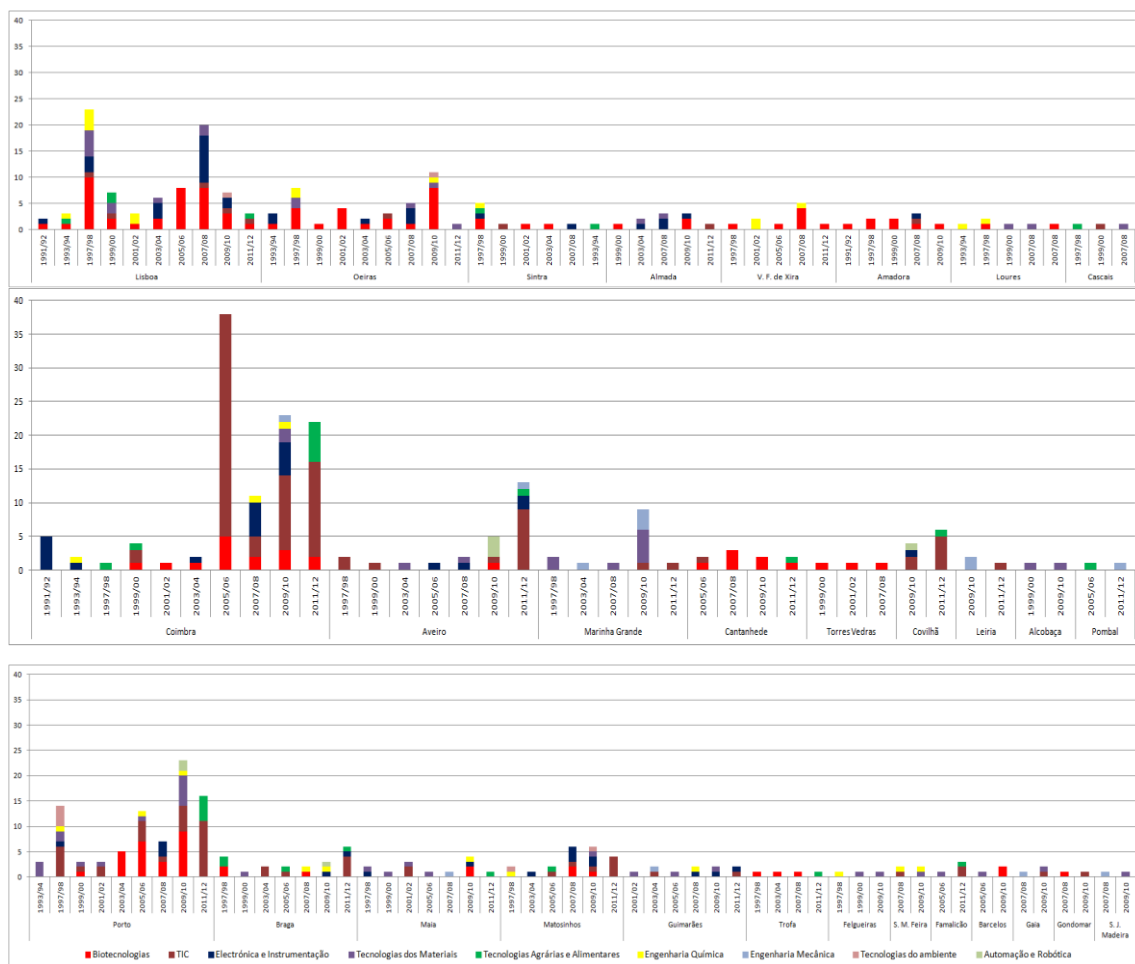
No espaço relacional que se organiza à escala local e regional em torno de Lisboa existe uma característica transversal aos municípios envolvidos nestes projetos: a base de conhecimento com capacidades reveladas para a inovação na saúde humana é, invariavelmente, mais forte na biotecnologia. Esta evidência aponta no sentido da especialização em torno deste tipo de base de conhecimento. Repescando as conclusões da análise relacional interorganizacional efetuada anteriormente, verificou-se que era igualmente nesta região que existia maior número de ligações internacionais e, como já verificamos, essas ligações estruturam-se tendo

por base a biotecnologia, favorecidas pela natureza analítica do conhecimento envolvido que possibilita a proximidade relacional apesar da distância geográfica. Além do mais, a intensidade relacional intrarregional era elevada. Daí poder-se considerar que, na A. M. Lisboa existe um *cluster* com tendência para a especialização em torno de processos de inovação para a saúde humana alavancados a partir da biotecnologia como conhecimento base.

Numa análise longitudinal (Figura 64 e 65), à medida que o tempo decorre aumenta o número de áreas tecnológicas envolvidas nos processos de inovação dirigidos à saúde humana e diversificam-se os territórios concelhios envolvidos nesses mesmos processos.

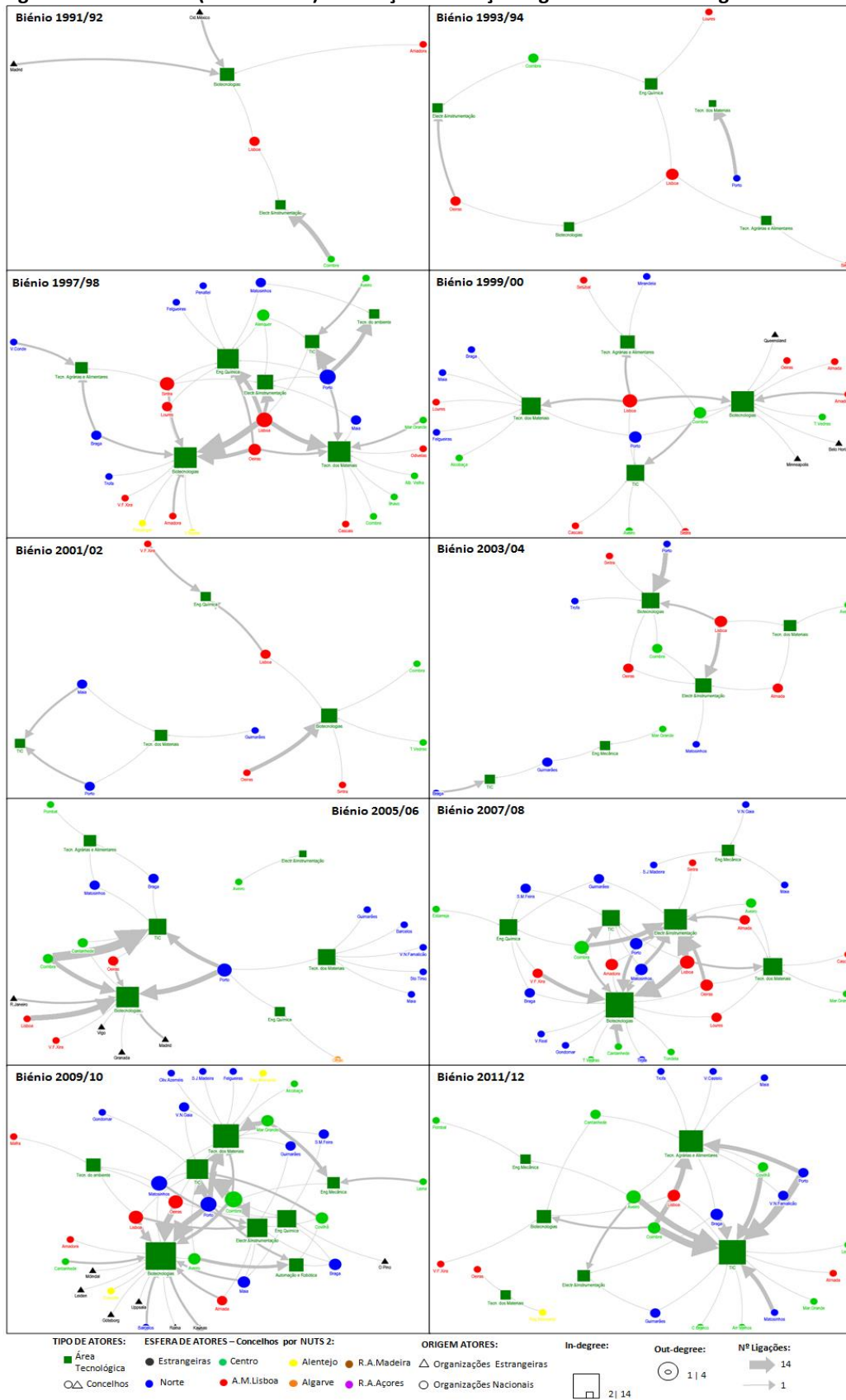
Os concelhos com uma presença mais regular são Lisboa, Coimbra e Porto. Exibem uma trajetória longa e praticamente ininterrupta desde os primórdios do período em análise.

Figura 64: Rede INOV (1991 – 2012) – Evolução da relação lugares – área tecnológica (total de ligações).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Figura 65: Rede INOV (1991 – 2012) – Evolução da relação lugares – área tecnológica.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

Lisboa inaugura os processos de inovação a partir da biotecnologia e, desde então, este conhecimento base é uma constante nos processos de inovação com amarração neste concelho, e com uma eleva intensidade de ligação, conferindo a este território uma trajetória especializada nos processos de inovação em torno deste tipo de conhecimento analítico. Ainda assim a capacidade de amarração destas redes de inovação em Lisboa sustenta-se noutras formas de conhecimento base, desde logo a engenharia química (a partir de 1993), a eletrónica e instrumentação, as tecnologias dos materiais e as TIC (a partir de 1997) e ainda as tecnologias agrárias e alimentares (a partir de 1999), com uma participação residual das tecnologias do ambiente (em 2009). No entanto, a trajetória da biotecnologia, enquanto conhecimento base que sustenta os processos de inovação com amarração no concelho de Lisboa é consistente ao longo do tempo e normalmente fertiliza o maior número projetos.

Na área de proximidade à escala local e regional de Lisboa, a Amadora estabelece um trajeto intermitente que se inicia em 1991 e se prolonga até 2010, especializado na biotecnologia. Oeiras, Sintra e Loures também são dos primeiros territórios nacionais a entrarem nestes processos de inovação em rede dirigidos à saúde humana (a partir de 1993). Oeiras, desde a sua entrada em 1993, exhibe um trajeto muito regular ao longo dos biénios analisados. A ancoragem destas redes surge associada à biotecnologia, eletrónica e instrumentação, tecnologias dos materiais e engenharia química. No entanto, ao longo do tempo, o trajeto especializa-se em torno de processos de inovação enraizados na biotecnologia, ainda que as outras áreas tecnológicas vão pontualmente contribuindo para aumentar o número de projetos com amarração a este território. Sintra integra estes processos de inovação em rede a partir de uma base de conhecimento diversificado, nomeadamente as tecnologias agrárias e alimentares, a engenharia química, a eletrónica e instrumentação, a biotecnologia e as TIC, não sendo identificável uma tendência de especialização. Loures tem um curto trajeto entre 1993 e 2000, associado a um reduzido número de projetos alavancados a partir engenharia química, da biotecnologia e das tecnologias dos materiais, não voltando a aparecer neste tipo de projetos de inovação em rede durante o restante período em análise. Com uma entrada posterior, surgem Vila Franca de Xira (a partir de 1997) e Almada (1999). O trajeto intermitente de Vila Franca de Xira prolonga-se até ao final do período em análise, especializando-se na biotecnologia e envolvendo também a engenharia química. O trajeto intermitente de Almada faz-se

sustentado numa variedade de áreas tecnológicas, nomeadamente a biotecnologia, eletrónica e instrumentação, tecnologia dos materiais e TIC. Os restantes concelhos da AML têm uma participação muito pontual (inferior a três biénios), pelo que não se pode considerar que definam uma trajetória neste tipo de projetos de inovação em rede.

Coimbra exhibe o trajeto mais longo e consolidado, inaugurando este tipo de processos de inovação em rede dirigida à saúde humana em 1991, a partir da eletrónica e instrumentação à qual se somam, a partir de 1999, as TIC. À exceção dos biénios 1997/98 e 2001/02, estas duas formas de conhecimento sintético representam o principal conhecimento base em que se enraízam os processos de inovação com amarração neste concelho. Em conjunto, estas duas formas de conhecimento sintético configuram uma trajetória de especialização dos processos de inovação em rede ancorados neste concelho. Ainda assim, observam-se outras áreas tecnológicas que, ao longo do tempo, vão possibilitando a criação e amarração de redes de inovação para a saúde humana em Coimbra. A engenharia química (a partir de 1993), as tecnologias dos materiais (a partir de 1997) a biotecnologia e as tecnologias agroalimentares (a partir de 1999) e a engenharia mecânica (a partir de 2009) são formas de conhecimento base que pontualmente contribuem para ancorar este tipo de processos de inovação em rede neste concelho.

Ainda na área de proximidade à escala local e regional de Coimbra emergem outros concelhos que exibem uma trajetória neste tipo de processos de inovação para a saúde humana. Aveiro surge em 1997, ancorando as redes no seu território a partir das TIC e, à exceção de 2001/02, passa a estar a ser presença constante nestas redes, mas sem exibir uma especialização em torno de uma área tecnológica. Ainda assim existe um denominador comum, isto é, o facto de as redes de inovação com amarração neste concelho se basearem fundamentalmente em conhecimento base sintético: tecnologias dos materiais, eletrónica e instrumentação, automação e robótica, tecnologias agrárias e alimentares. A biotecnologia aparece apenas num projeto com amarração neste concelho. A Marinha grande também aparece nestas redes pela primeira vez em 1997, ainda que com maior irregularidade ao longo do tempo do que Aveiro. Exibe uma forte especialização no conhecimento base sintético, nomeadamente na tecnologia dos materiais e na engenharia mecânica, com uma participação muito pontual das TIC. Cantanhede começa o seu trajeto muito mais tarde (em 2005) mas, a partir daí, estabelece uma trajetória regular, claramente especializada em processos de inovação baseados na

biotecnologia, ainda que pontualmente surjam áreas tecnológicas como as TIC ou as tecnologias agrárias e alimentares.

No Porto estes processos de inovação iniciam-se em 1993 enraizados nas tecnologias dos materiais e, a partir daí, este conhecimento base surge frequentemente nos processos de inovação ancorados neste concelho. A partir de 1997 os processos de inovação com amarração no Porto diversificam-se, abarcando um leque em torno de formas de conhecimento sintético (TIC, tecnologias do ambiente, eletrónica e instrumentação) e, a partir de 1999 passam a basear-se também em formas de conhecimento analítico (biotecnologia). Mais recentemente abarcam progressivamente a engenharia química, a automação e robótica e as tecnologias agrárias e alimentares. Não existe tendência para que se estabeleça uma única trajetória especializada, mas antes diferentes trajetórias, abarcando uma variedade de áreas tecnológicas relacionadas com a inovação para a saúde humana.

Ainda na área de proximidade à escala local e regional do Porto, a partir de 1997 surgem os concelhos de Braga, Matosinhos, Maia e Trofa, que vão estabelecer uma participação temporal com alguma regularidade nestes processos de inovação. A base de conhecimento com amarração em Braga não estabelece um trajeto temporal especializado, mas dispersa-se pela biotecnologia, tecnologias agrárias e alimentares, tecnologias dos materiais, TIC, e engenharia química. Idêntico comportamento pode ser observado em Matosinhos, neste caso repartido pela engenharia química, tecnologias do ambiente, eletrónica e instrumentação e tecnologias agrárias e alimentares, com um baixo número de projetos em cada um destes tipos de conhecimento base. Na Maia, ainda que exista uma certa predominância dos processos de inovação alavancados a partir da eletrónica e instrumentação, há também uma dispersão por outras formas de conhecimento sintético, nomeadamente as tecnologias dos materiais, as TIC, a engenharia mecânica, a biotecnologia e as tecnologias agrárias e alimentares. Já no caso concreto dos processos de inovação com amarração na Trofa, estes estão particularmente especializados em processos alavancados a partir da biotecnologia, surgindo pontualmente as tecnologias agrárias e alimentares. A partir de 2001 Guimarães passa a ser presença regular nestas redes de inovação a partir de diferentes formas de conhecimento sintético, nomeadamente as tecnologias dos materiais, TIC, engenharia mecânica, engenharia química, e eletrónica e instrumentação. Nos restantes concelhos da Região Norte, não se pode considerar que exista uma trajetória do conhecimento base, dado que aparecem nesta análise em menos de três biénios, normalmente ancorando um número

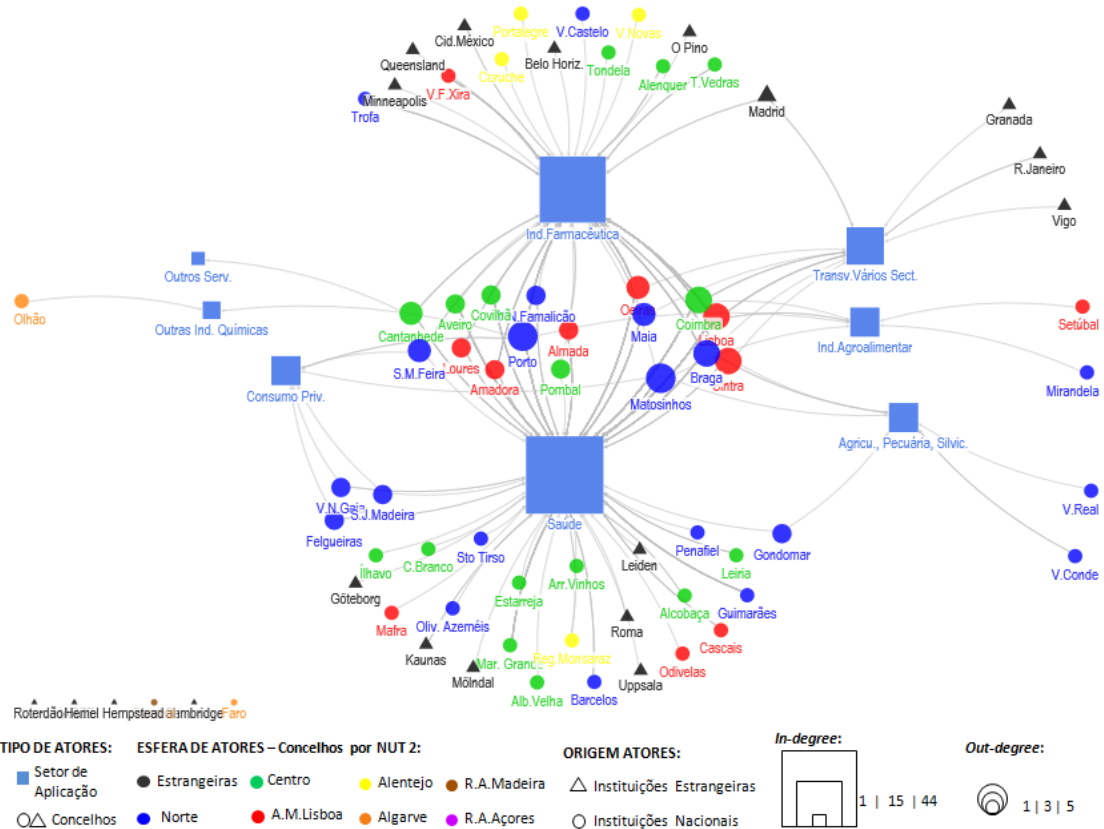
de projetos de inovação na saúde humana muito reduzido e disperso por diferentes áreas tecnológicas. No fundo, este espaço relacional de proximidade local e regional ao Porto exhibe uma variedade de conhecimento base que permite a ancoragem destas redes de inovação na região, não exibindo um padrão de especialização dentro dos processos de inovação dirigidos à saúde humana.

Desta abordagem longitudinal, pode-se concluir que o processo de inovação para a saúde humana desenvolvido por estas redes se foi construindo a partir de uma variedade de trajetos de conhecimento base, com ancoragens variáveis. No espaço relacional à escala local e regional em torno de Lisboa, constrói-se um trajeto regular e consolidado enraizado no conhecimento analítico, nomeadamente a biotecnologia, o que permite identificar uma tendência de especialização deste território nos processos de inovação para a saúde humana alavancados por esta área tecnológica. No espaço relacional à escala local e regional em torno de Coimbra, consolida-se um trajeto mais forte enraizado no conhecimento sintético, nomeadamente nas TIC e na eletrónica e instrumentação, revelando uma tendência de especialização diferenciadora deste território em torno destas áreas tecnológicas. No espaço relacional à escala local e regional em torno do Porto, não se observa uma tendência vincada para a especialização em torno de um trajeto específico de um conhecimento base, mas constrói-se uma variedade de trajetos relacionados com a inovação para a saúde humana, enraizados em conhecimento analítico, nomeadamente a biotecnologia, e em conhecimento sintético, nomeadamente as tecnologias dos materiais, as TIC e a eletrónica e instrumentação.

7.6.9. Especialização/diversificação territorial dos setores de aplicação

Os setores de aplicação a que se dirigem os processos de inovação desta rede é outro indicador que ajuda à compreensão do padrão territorial de especialização/diversificação das competências instaladas em cada concelho dirigidas à inovação para a saúde humana. Naturalmente, a grande maioria dos processos de inovação dirigem-se aos setores de aplicação na saúde e na indústria farmacêutica (Figura 66 e Anexo – Quadro 145), pelo que a distribuição territorial reflete esta intensidade relacional. Mas, observam-se diferenças territoriais nos padrões de aplicação setorial dos processos de inovação.

Figura 66: Rede INOV (1991 – 2012) – Análise das relações locais – setor de aplicação.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

No espaço relacional à escala local e regional em torno do Porto, encontram-se os concelhos com competências mais diversificadas quanto à aplicação dos processos de inovação aí ancorados. Porto e Matosinhos exibem competências de inovação na saúde humana dirigidas a 5 setores de aplicação diferentes. No caso do Porto o setor de aplicação da saúde destaca-se claramente (62 ligações) seguido pela indústria farmacêutica (18). Com valores residuais surgem o consumo privado (2), a indústria agroalimentar (1) e outras indústrias químicas (1). Matosinhos dirige a inovação para aplicações no setor da saúde (17 ligações), repartindo, de forma residual, as restantes competências de aplicação pela indústria farmacêutica (1), Agricultura, Pecuária, Silvicultura (1), Indústria Agroalimentar (1) e consumo privado (1). Braga manifesta competências instaladas de inovação na saúde humana dirigidas a 4 setores de aplicação. Dirigem-se essencialmente a aplicações na saúde (10 ligações) e na indústria farmacêutica (7), manifestando ainda competências aplicadas à agricultura, pecuária e silvicultura (2) e transversais a vários setores (1). Na Maia as competências dirigem-se à aplicação no setor da saúde (10 ligações), com presença residual na indústria farmacêutica (2)

e em aplicações transversais a vários setores (1). No caso de Santa Maria da Feira a intensidade relacional é baixa, dirigindo-se as competências instaladas pelos setores da indústria farmacêutica (2), da saúde (1) e do consumo privado (1). Apesar da baixa diversidade, repartida por um ou dois setores de aplicação, merecem referência, pela intensidade relacional significativa, Guimarães (10 ligações ao setor de aplicação da saúde) e Trofa (4 ligações à indústria farmacêutica), neste último caso dependente da empresa Bial aí localizada. No espaço relacional à escala local e regional em torno de Coimbra, este concelho destaca-se pela diversidade e intensidade relacional, repartindo as competências reveladas de inovação na saúde humana por 4 setores de aplicação. A maior intensidade relacional dirige-se ao setor da saúde (88 ligações) seguido pelo setor da indústria farmacêutica (17 ligações). Exibe ainda competências de inovação para a saúde humana transversal a vários setores (3) e com aplicação à indústria agropecuária (1). Aveiro especializa as competências reveladas para inovação na saúde humana em aplicações ao setor da saúde (24 ligações), surgindo ainda a aplicação à indústria farmacêutica (1) mas sem intensidade. Repartindo as competências por 3 setores de aplicação, surge Cantanhede, cujas competências instaladas se direcionam aos setores de aplicação da saúde (4 ligações), da indústria farmacêutica (3) e por outros serviços (1). Apesar da baixa diversidade repartida por um ou dois setores de aplicação, merecem referência, pela intensidade relacional significativa, os concelhos da Marinha Grande (14 ligações ao setor de aplicação da saúde), e da Covilhã (9 ligações ao setor de aplicação da saúde). As tendências dominantes de aplicação das competências à inovação na saúde reveladas por estes municípios são compagináveis com a base de conhecimento aqui localizada que, como se demonstrou anteriormente, assenta sobretudo nas TIC e eletrónica e instrumentação, daí que os processos de inovação se dirijam essencialmente aos serviços de saúde e à tecnologia e dispositivos médicos integrados nesta categoria do setor da saúde.

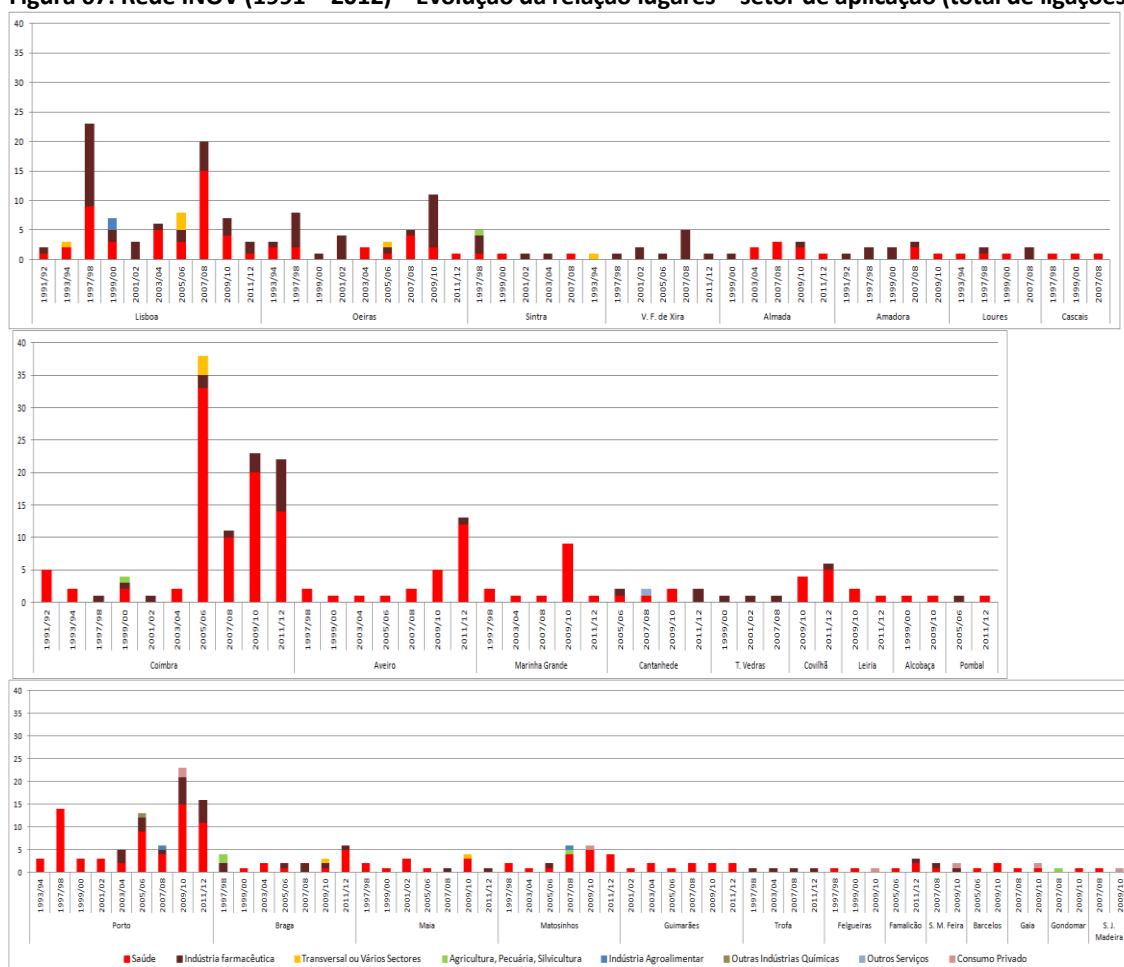
No espaço relacional à escala local e regional em torno de Lisboa, este concelho destaca-se, pela intensidade e diversidade. Reparte as competências reveladas para a inovação na saúde humana por 4 setores de aplicação, destacando-se as aplicações ao setor da saúde (43 ligações) e ao setor da indústria farmacêutica (33). Revela ainda competências com aplicação transversal a vários setores (4) e com aplicação à indústria agroalimentar (2). Sintra também reparte as competências por 4 setores de aplicação, embora com baixa intensidade relacional, direcionando-se para aplicações na indústria farmacêutica (5 ligações), seguida do setor da saúde (3), da agricultura, pecuária e silvicultura (1) e transversal a vários setores (1). Oeiras

revela competências de inovação na saúde humana aplicadas a 3 setores, com particular intensidade para a indústria farmacêutica (23 ligações), seguida pelas aplicações à saúde (14) e, residualmente, aplicações transversais a vários setores (1). Apesar da baixa diversidade repartida por um ou dois setores de aplicação, merecem referência, pela intensidade relacional com algum significado, Vila Franca de Xira (10 ligações à indústria farmacêutica), Almada (8 ligações à saúde), Amadora (6 ligações à indústria farmacêutica) e Loures (3 ligações à saúde e 3 à indústria farmacêutica). A tendência verificada neste espaço relacional à escala local e regional aponta para uma elevada intensidade relacional das competências com aplicação à indústria farmacêutica, o está em consonância com aquela que é a base de conhecimento composta maioritariamente pela biotecnologia, como verificamos anteriormente. Este evidência reforça a ideia de uma certa especialização dos processos de inovação para a saúde humana que se desenvolvem neste território, com relações locais fortes, tendo por conhecimento base fundamentalmente a biotecnologia com aplicação principalmente dirigida à indústria farmacêutica, o que facilita a criação de redes relacionais mais distantes que, como já se evidenciou anteriormente, se estendem ao resto do território nacional e até se esticam para além das fronteiras de Portugal, estabelecendo proximidade relacional à escala internacional e gerando redes multiescalares.

A análise longitudinal deste tipo de projetos revela que estas redes de inovação organizam-se em torno de dois setores de aplicação: o setor da saúde e a indústria farmacêutica (Figura 67 e 68).

Pontualmente, ao longo dos biénios, estes processos de inovação estendem-se a outros setores de aplicação que, a avaliar por estes dados, se podem considerar setores relacionados com a saúde humana, nomeadamente a agricultura, pecuária e silvicultura; a indústria agroalimentar; as indústrias químicas; e ainda um setor genérico classificado como consumo privado. Em termos territoriais, sublinha-se a ideia de que o No espaço relacional à escala local e regional em torno de Lisboa se diferencia pela elevada capacidade revelada para desenvolver inovação na indústria farmacêutica, a par da dirigida ao setor da saúde, enquanto os espaços relacionais à escala local e regional em torno do Porto e de Coimbra são mais focados no setor da saúde e a farmacêutica é menos expressiva.

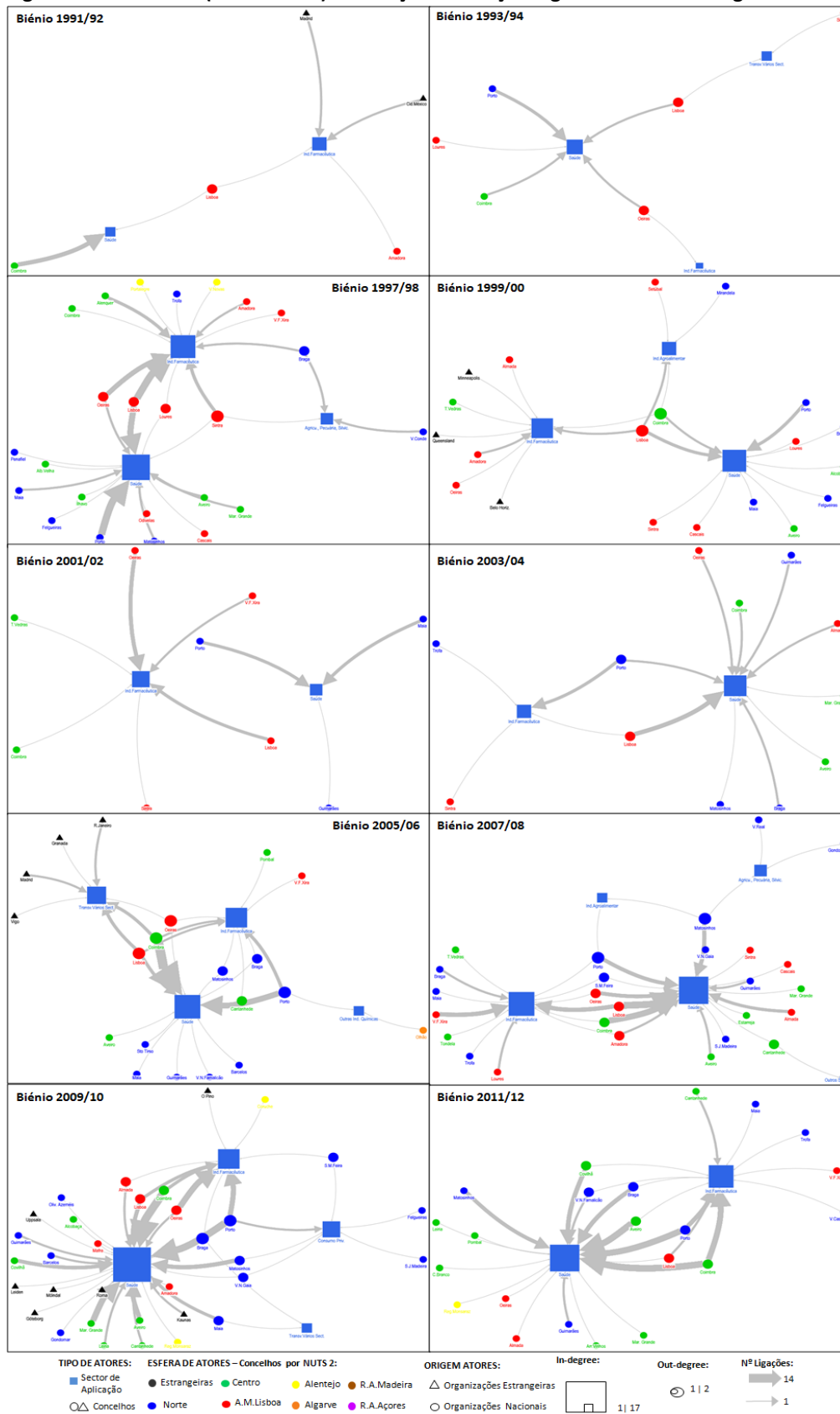
Figura 67: Rede INOV (1991 – 2012) – Evolução da relação lugares – setor de aplicação (total de ligações).



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

O espaço relacional à escala local e regional em torno de Lisboa exhibe o trajeto mais longo e intenso na inovação direcionada à indústria farmacêutica, sendo este um traço diferenciador desta região. Desde 1991 que Lisboa direciona os processos de inovação para a indústria farmacêutica e para o setor da saúde. Além disso, à exceção de Cascais, os restantes concelhos com trajeto neste tipo de projetos exibem competência direcionadas à indústria farmacêutica. Vila Franca de Xira e Oeiras exibem uma forte tendência de especialização na indústria farmacêutica, ainda que este último exiba maior diversificação na aplicação a outros setores. Isso não significa que as inovações dirigidas ao sistema de saúde em geral não estejam presentes. No entanto, o trajeto longo de competências de inovação dirigidas à indústria farmacêutica é um traço distintivo deste grupo de concelhos. Mafra, Odivelas e Setúbal são concelhos que, apesar de estarem envolvidos neste tipo de projetos, não exibem um trajeto, dado que a sua participação para o período em análise se resume a um biénio.

Figura 68: Rede INOV (1991 – 2012) – evolução da relação lugares – área tecnológica.



Fonte: elaboração própria a partir da base INOV dirigida à saúde humana.

O trajeto deste tipo de projetos no espaço relacional à escala local e regional em torno de Coimbra é claramente especializado em inovações aplicadas ao setor da saúde. Coimbra exhibe um longo trajeto, evidenciando uma elevada capacidade de ancorar estes projetos no seu território, sobretudo dirigidos ao setor da saúde, mas também com algum significado os processos de inovação direcionados à indústria farmacêutica. Seguem-se Aveiro e a Marinha Grande, dois concelhos claramente especializados em processos de inovação dirigidos ao setor da saúde. Merecem ainda referência os concelhos de Cantanhede, claramente associado ao Biocant, repartindo os processos de inovação pela aplicação ao setor da saúde e da farmacêutica. Albergaria, Alenquer, Arruda dos Vinhos, Estarreja, Ílhavo e Tondela são concelhos da região que, apesar de estarem envolvidos neste tipo de projetos, não exibem um trajeto, dado que a sua participação para o período em análise se resume a um biénio.

O espaço relacional à escala local e regional em torno do Porto diferencia-se dos restantes sistemas regionais pela maior diversidade de setores de aplicação a que direcionam os processos de inovação para a saúde humana. Ainda assim, o seu trajeto é dominado por inovação dirigidas ao setor da saúde, estando também presente neste trajeto, com algum significado, os processos de inovação dirigidos à indústria farmacêutica. O concelho com um trajeto mais longo neste tipo de projetos é o Porto, dominado por aplicações essencialmente no setor da saúde em geral, mas também com evidências regulares de aplicação das inovações à indústria farmacêutica nos últimos cinco biénios em análise. Além disso, revela capacidades para aplicar os processos de inovação num leque de setores relacionados com a saúde humana, o que lhe confere uma característica de um certo grau de variedade relacionada de processos de inovação dirigidos à saúde humana. Braga, Maia e Matosinhos são os concelhos que se seguem quanto à extensão e regularidade do trajeto.

No caso de Braga, os processos de inovação repartem-se essencialmente entre a indústria farmacêutica e o setor da saúde em geral, pontualmente acrescidos de outros setores de aplicação. Por seu turno, a Maia e Matosinhos existe uma tendência para a especialização em torno de processos de inovação dirigidos ao setor da saúde em geral, apesar de evidenciarem, pontualmente ao longo do seu trajeto, capacidades dirigidas a outros setores de aplicação. Nesta região merecem ainda referência Guimarães e Trofa. Ambos são territórios que participam com uma certa regularidade neste tipo de projetos de

inovação, pelo que esboçam um trajeto que, no caso de Guimarães é claramente especializado nos processos de inovação dirigidos ao setor da saúde em geral e, no caso da Trofa especializado em aplicações à indústria farmacêutica. Mirandela, Oliveira de Azeméis, Penafiel, Santo Tirso, Viana do Castelo, Vila do Conde e Vila Real apesar de estarem envolvidos neste tipo de projetos, não exibem um trajeto dado que a sua participação para o período em análise se restringe a um biénio.

7.7. Síntese conclusiva

Em termos de **proximidade cognitiva** a existência de conhecimento diverso constituído por conhecimento base analítico (predominando a biotecnologia dirigida preferencialmente à indústria farmacêutica) e sintético (predominando as TIC dirigidas preferencialmente ao setor da saúde) alavanca processos de inovação quer segundo o modo STI, quer segundo o modo DUI. No entanto, observam-se ligações cruzadas entre formas de conhecimento base analítico e sintético que se dirigem aos mesmos setores de aplicação, gerando oportunidades de aproximação cognitiva e de fertilização cruzada do conhecimento. Ao longo do tempo, no âmbito destas redes de inovação, tem-se reforçado o envolvimento de formas de conhecimento base analítico e sintético, não apenas a biotecnologia e as TIC mas com a participação de outras áreas tecnológicas, ainda que de forma intermitente e posicionados de forma mais periférica nesta rede. De igual forma, os setores de aplicação a que se dirigem, embora prevaleçam a indústria farmacêutica e o setor da saúde, também, intermitentemente, alargam as fronteiras a outros setores como a indústria agroalimentar e a indústria agropecuária.

Quanto à **proximidade organizacional**, o facto da esmagadora maioria dos projetos se organizarem em redes interorganizacionais sublinha o papel das redes como uma importante estrutura para a o processo de inovação dirigido à saúde humana. No entanto, esta é uma rede menos conectada e mais fragmentada, gerando maior dificultando na difusão do conhecimento entre a totalidade dos membros da rede. Por outro lado, o grande diâmetro da rede coloca as organizações a uma distância relacional considerável, dificultando o acesso ao conhecimento, nomeadamente por parte das organizações menos centrais. Tratando-se de uma rede povoada maioritariamente por organizações empresariais, que visam o desenvolvimento de *exploration knowledge*, estas características estruturais da rede (menos conectada, mais fragmentada e com maior

distância relacional entra a globalidade das organizações da rede) são explicadas pela necessidade de proteger o conhecimento em desenvolvimento num determinado projeto, face a elementos externos a esse projeto, para que haja proteção do mesmo e apropriação apenas por parte das organizações envolvidas na coprodução. Afinal, nestas redes já existe a intensão de apropriação financeira dos resultados dos projetos, através do desenvolvimento de inovação do processo, do produto ou de serviços. Assim, emerge uma estrutura mais descentralizada, atomizada e polinucleada, centrada nos promotores, tendencialmente as empresas, que se articulam com copromotores, tendencialmente as universidades/centros de investigação mas envolvendo também, com alguma frequência, os hospitais. Desta forma aproxima as organizações empresariais das organizações que são as principais produtoras de conhecimento científico (universidades e centros de investigação) e das organizações que são os principais canais de aplicação dos processos, serviços ou produtos desenvolvidos (os hospitais). Não deixa, no entanto de, por vezes, se ligar aos produtores de contexto institucional formal (agências governamentais) e até aos detentores de conhecimento por parte do utilizador final (associações, nomeadamente de pacientes). Formam-se tendencialmente ligações heterofílicas que originam redes poligâmicas e exogâmicas, que gera proximidade relacional interorganizacional que permite ampliar a variedade de conhecimento incorporado no processo de inovação e aceder a outras formas de conhecimento útil para o processo de inovação, numa lógica do modelo de hélice tripla ou quádrupla de inovação. Ao longo do tempo observa-se uma tendência para o aumento do número de organizações envolvidas nesta rede de inovação, mantendo-se a estrutura tendencialmente atomizada e polinucleada, com uma baixa densidade de ligações. Ao longo do tempo, confirma-se a tendência para o predomínio das organizações empresariais e para o estabelecimento preferencial de relações entre as organizações do sistema empresarial e as do sistema científico. A biotecnologia e as TIC são os setores tecnológicos em que se enraízam a maioria das organizações neste projetos de inovação em rede que dirigem os seus esforços de inovação maioritariamente para os setores da indústria farmacêutica e da saúde.

Relativamente à **proximidade institucional**, O espaço institucional desta rede é constituído por diferentes esferas de ação (embora predominem as esferas empresarial e universitária) e as relações são maioritariamente heterofílicas. Assim, a rede exhibe uma tendência para se configurar enquanto rede exogâmica e poligâmica, gerando

oportunidades para se perfurarem as fronteiras das esferas institucionais onde se enquadram as organizações e aproximar-se de outros contextos institucionais. Desta forma, a maior distância institucional não é impeditiva do estabelecimento de proximidade relacional. Tal favorece, particularmente, a aproximação entre as esferas das empresas e as organizações do sistema científico nacional, potenciando a translação de conhecimento entre estes diferentes contextos institucionais, envolvido ainda outras esferas institucionais com particular significado para a esfera institucional hospitalar. Esta aproximação institucional facilita os processos de inovação segundo os modelos de hélice tripla e quadrupla.

No que diz respeito à **proximidade geográfica** a rede é constituída maioritariamente por organizações localizadas em Portugal, pelo que, apesar de exibir um carácter multiescalar, as ligações fazem-se essencialmente dentro do território nacional. Os locais com maior centralidade global nesta rede geográfica coincidem com os mais densamente povoados por organizações (Lisboa, Porto e Coimbra). A maioria das Ligações fazem-se dentro da escala de grande proximidade geográfica, sendo que, dentro desta, a escala de muito grande proximidade geográfica (intraconcelhia) é relevante, particularmente para o caso de Coimbra. A segunda escala geográfica onde se estabelece maior proximidade relacional é a escala nacional, conectando entre si os principais nós de amarração das redes locais (Lisboa, Porto e Coimbra) assim como outros lugares mais periféricos na rede. A escala regional é a terceira escala a gerar proximidade interorganizacional nesta rede, estruturando-se fundamentalmente em torno de Lisboa, Porto e Coimbra. A cooperação interorganizacional que se estabelece à escala internacional no âmbito destes projetos de inovação é muito limitada, pelo que as ligações que se fazem à escala internacional têm um peso muito reduzido na globalidade desta rede geográfica. Assim, esta é uma rede com um perfil territorial relacional hierárquico, com um grupo reduzido de concelhos a assumirem posições de centralidade local e global e articulando as relações às escalas local, regional e nacional com os diferentes concelhos que, quando se realiza uma análise dinâmica, se mantêm ao longo do tempo, embora desponham novas localizações que podem evoluir para se consolidarem como nós estruturadores da rede (ex. Braga ou Oeiras). A tendência observada para que a proximidade relacional se faça com maior frequência dentro da escala de grande proximidade geográfica aponta no sentido de, no âmbito da coprodução destes projetos de inovação, existir a necessidade de criação de

níveis elevados de confiança entre os parceiros, facilitados pelos encontros pessoais frequentes, o que implica proximidade geográfica. Por outro lado, estes são processos de coprodução de formas de *exploration knowledge*, e com um elevado grau de incerteza e ainda não totalmente codificável, o que significa que se têm de estabelecer interações frequentes envolvendo formas tácitas e pré-conceptuais de conhecimento, que implicam formas de comunicação multidimensionais possibilitadas pela comunicação presencial frequente, facilitada pela colocação com uma certa regularidade. Em termos de especialização, observa-se uma tendência de alavancagem e de direcionamento diferenciado dos processos de inovação no território que se vai construindo ao longo do tempo, desenhando trajetórias territoriais diferentes. O território relacionado com a centralidade de Lisboa alavanca os processos de inovação fundamentalmente a partir de conhecimento base analítico, nomeadamente a partir da biotecnologia, e direciona-o preferencialmente para a indústria farmacêutica. O território relacionado com a centralidade de Coimbra alavanca os processos de inovação fundamentalmente a partir de conhecimento base sintético, nomeadamente a partir das TIC, e direciona-o fundamentalmente para o setor da saúde. O território relacionado com a centralidade do Porto apresenta um perfil mais diversificado em que os processos de inovação são alavancados a partir de conhecimento base sintético e analítico, nomeadamente a partir da biotecnologia e das TIC, e direciona-o quer para a indústria farmacêutica quer para o setor da saúde.

8. Conclusão

O estudo de caso que aqui se apresenta explorou o que se pode considerar um primeiro momento de estruturação do sistema de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana em Portugal, a partir da análise dos projetos alavancados pelos principais instrumentos de apoio à produção de conhecimento e inovação implementados no sistema nacional (FCT e INOV) e na União Europeia (CORDIS).

Uma primeira conclusão resulta da evidência de que a maioria destes projetos se organiza em redes interorganizacionais, o que permite sublinhar que o processo de produção de conhecimento e de inovação é, em grande medida, um processo colaborativo e que as redes organizacionais são uma estrutura apropriada para estruturar o processo de produção de conhecimento e da inovação. Daí que se tenha desenvolvido grande parte da exploração dos dados a partir da metodologia de análise de redes sociais, o que se revelou uma ferramenta metodológica útil para explorar a geografia dos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana com amarração em Portugal. Daqui decorre uma segunda conclusão, neste caso metodológica, ao sublinhar-se a utilidade da análise de redes sociais para os estudos de geografia do conhecimento e da inovação, nomeadamente ao permitir analisar as diferentes dimensões de proximidade (cognitiva, organizacional, institucional e geográfica) a partir da exploração da proximidade relacional. Em termos de proximidade cognitiva (Quadro 68), a rede de produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana com amarração em Portugal enraíza-se sobretudo em conhecimento base analítico e sintético, ainda que a produção de conhecimento científico envolva também formas de conhecimento simbólico. Sobretudo na produção de conhecimento científico, gera-se um sistema interdisciplinar, abarcando diferentes áreas científicas de vários domínios científicos, potenciando a fertilização cruzada de conhecimento. As redes mais orientadas para a inovação potenciam aprendizagens cruzadas em torno de determinadas áreas tecnológicas que emanam fluxos de conhecimento para diferentes setores de aplicação. Estas são características que evidenciam que o sistema está a gerar proximidade relacional apesar da distância cognitiva (estabelecida, por exemplo, pela perfuração duma dupla fronteira: a disciplinar e a do domínio científico), possibilitando a emergência de novo conhecimento ou de processos de inovação nos interstícios das fronteiras cognitivas (disciplinares ou tecnológicas).

Quadro 68: síntese comparativa das redes cognitivas (FCT e INOV)

	Rede FCT	Rede CORDIS	Rede INOV	
Rede Cognitiva (proximidade cognitiva)	Composição	Povoada por um número total de 113 áreas científicas, que vão aumentando ao longo do tempo, envolve todos os domínios científicos, ainda que predominem as áreas científicas do domínio das ciências de engenharia e tecnologias e do domínio das ciências da saúde. Abarca conhecimento base analítico, sintético e simbólico.	Sem informação	Povoada por 9 áreas tecnológicas, dirigidas a 8 setores de aplicação, abarca conhecimento base analítico e sintético. A biotecnologia é a área tecnológica que alavanca o maior número de projetos, seguida das TIC, eletrónica e instrumentação, tecnologias dos materiais e engenharia química, havendo ainda outras presentes. A maioria dos setores de aplicação são a saúde e a indústria farmacêutica.
	Centralidade	É no domínio das ciências da saúde que se observam o maior número de áreas científicas com a maior centralidade local e global, desempenhando o papel principal de intermediação com as restantes áreas científicas de outros domínios. Em todos os domínios científicos observam-se áreas científicas com elevada centralidade. Esta tendência acentua-se ao longo dos biénios.	Sem informação	A biotecnologia é a área tecnológica com maior centralidade nesta rede seguida das tecnologias agrárias e alimentares, da eletrónica e instrumentação, da engenharia química e das tecnologias dos materiais. Quanto aos setores de aplicação, a saúde é o mais central seguido de perto pela indústria farmacêutica.
	Ligações	As áreas científicas da saúde estabelecem o maior número de ligações interdisciplinares dentro e entre diferentes domínios científicos. A maioria das áreas científicas está ligada. As ligações homofílicas têm um peso muito menor do que as ligações heterofílicas, pelo que a maioria das ligações atravessa uma dupla fronteira (disciplinar e a do domínio científico), tendência que se acentua ao longo dos biénios.	Sem informação	A biotecnologia é a área tecnológica que estabelece maior número de ligações, estando muito relacionada com a indústria farmacêutica, também se relacionando com a saúde. Seguem-se as TIC, a eletrónica e instrumentação e as tecnologias dos materiais, muito relacionadas com o setor da saúde. De referir ainda a engenharia química que se relaciona de forma equilibrada com a indústria farmacêutica e a saúde.
	Estrutura	Estrutura coesa com boa conectividade num componente principal que reúne a esmagadora maioria das áreas científicas, centralizada num pequeno grupo. A análise de comunidades endogâmicas evidencia uma rede muito fragmentada o que reforça a imagem de uma rede onde as ligações heterofílicas são importantes para estruturar uma rede exogâmica. Estas características mantêm-se ao longo do tempo.	Sem informação	A rede estrutura-se fundamentalmente em torno de dois <i>clusters</i> : o da indústria farmacêutica e o da saúde. A estrutura em torno do setor da farmacêutica exhibe um longo trajeto fertilizado sobretudo pela biotecnologia. A saúde estrutura duas trajetórias longas: uma baseada na eletrónica e instrumentação, tecnologias dos materiais, engenharia mecânica, engenharia química e TIC orientada para tecnologias e dispositivos médico-farmacêuticos e outra baseada nas TIC dirigida à gestão hospitalar e de serviços de saúde.

Fonte: elaboração própria.

Quadro 69: Síntese comparativa das redes organizacionais (FCT, CORDIS e INOV)

	<i>Rede FCT</i>	<i>REDE CORDIS</i>	<i>REDE INOV</i>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Rede organizacional (proximidade organizacional)</p>	<p>COMPOSIÇÃO</p> <p>Povoado por 626 organizações, que vão aumentando ao longo dos biénios, essencialmente universidades e centros de investigação (as principais promotoras e participantes dos projetos), apesar de se observar a presença de organizações das restantes esferas de atores, mas com pouco peso, destacando-se os hospitais. Esta tendência mantém-se ao longo do tempo.</p>	<p>Povoado por 1874 organizações, ao longo dos biénios há uma oscilação do número de organizações envolvidas. A composição é diversificada, embora as universidades sejam as organizações mais presentes, as empresas estão muito representadas e os hospitais e organizações governamentais também têm números significativos (sendo promotores e copromotores), observando-se a presença das restantes esferas de atores. Ao longo do tempo aumenta a presença de empresas e diminuem os hospitais.</p>	<p>Povoado por 332 organizações, predominam as empresas, seguidas pelas organizações universitárias, observando-se, em muito menor número, os restantes tipos de organizações. Ao longo dos biénios há oscilações no número de organizações, mas com tendência geral para aumentarem. A maioria das organizações enraíza-se numa área tecnológica (particularmente a biotecnologia e as TIC) e direciona-se a um setor de aplicação (tendencialmente a saúde e a farmacêutica).</p>
	<p>CENTRALIDADE</p> <p>Um pequeno grupo de organizações universitárias e centros de investigação ocupa uma posição de elevada centralidade local e global desempenhando o papel principal de intermediação com as restantes organizações que ocupam posições periféricas na rede. São raras as organizações não universidades com elevada centralidade. Esta tendência mantém-se ao longo do tempo.</p>	<p>Um pequeno grupo de organizações (universidades, empresas, hospitais, organizações governamentais, associações) com centralidade local e global muito alta e um grande grupo de organizações que assume posições periféricas na rede. Assim, o papel de intermediação e de ponte, apesar de centrado num restrito grupo de organizações é desempenhado por universidades, empresas, hospitais, associações e organizações governamentais.</p>	<p>Um pequeno grupo de organizações empresariais obtém a maior centralidade local, enquanto as organizações universitárias obtém menor centralidade local. No entanto, a maior centralidade global já se encontra repartida entre empresas e universidades pelo que as universidades assumem um papel importante de intermediação. Ao longo dos biénios mantém-se esta tendência exceto em 2005/2006.</p>
	<p>LIGAÇÕES</p> <p>A baixa intensidade das ligações e a baixa reciprocidade, origina uma rede de ligações esparsas, cuja intensidade das ligações entre organizações é desigual, o que se reflete numa maior proximidade relacional entre um pequeno grupo de organizações da rede, conferindo-lhe um caráter seletivo, tendência que se mantém ao longo do tempo.</p>	<p>Baixa intensidade, densidade e reciprocidade das ligações, originando uma rede de ligações esparsas e com um diâmetro grande, o que dificulta a difusão do conhecimento para além das organizações diretamente envolvidos em cada projeto, reforçando ainda mais o papel de intermediação desempenhado pelas organizações com maior centralidade. Esta tendência mantém-se ao longo do tempo.</p>	<p>Muito baixa conetividade, intensidade, densidade e reciprocidade das ligações, originando uma rede esparsa e com um diâmetro muito grande o que dificulta a difusão do conhecimento para além das organizações envolvidas em cada projeto. Esta tendência mantém-se ao longo dos biénios. Um grupo, sobretudo universidades, relaciona-se com várias áreas tecnológicas e um grupo de universidades e empresas relaciona-se com vários setores de aplicação, desempenhando o papel de <i>boundery spanner</i> tecnológico e setorial.</p>
	<p>ESTRUTURA</p> <p>Estrutura-se essencialmente num grande componente principal, centrado nas universidades e centros de investigação que estruturam uma rede centralizada, hierárquica e polarizada em torno de um grupo de organizações com elevada centralidade adjacente e de intermediação. Esta tendência mantém-se ao longo do tempo.</p>	<p>Estrutura-se essencialmente em torno de um componente principal centrado nas universidades, mas também nas empresas, hospitais, organizações governamentais e associações, que estruturam uma rede concêntrica, hierárquica e seletiva. No entanto, a análise por biénios revela uma estrutura mais polinucleada, mantendo-se a tendência para a polarização ser efetuadas pelas diversas organizações já identificadas.</p>	<p>Estrutura fragmentada, apesar de se observar um componente principal que reúne mais de 2/3 das organizações da rede, originando uma rede polinucleada e atomizada em torno de organizações empresariais enquanto as principais promotoras. Esta tendência estrutural mantém-se ao longo dos biénios ainda que em 2005/06 a atomização seja efetuada por universidades.</p>

Fonte: elaboração própria.

Em relação à proximidade organizacional (Quadro 69), há uma diferença entre as redes de produção de conhecimento e as redes mais direcionadas à inovação.

As redes de produção de conhecimento estão essencialmente centradas nas organizações universitárias (as mais numerosas, mais centrais e estruturadoras da rede) que embora estabeleçam alguma proximidade organizacional com organizações não universitárias, são sempre residuais e periféricas ao sistema. Considerando que o processo de translação do conhecimento está relacionado com o processo de produção do mesmo, este sistema não proporciona muitas oportunidades para criação de proximidade relacional entre as organizações dedicadas à produção de conhecimento científico (as universidades) e as organizações vocacionadas para a sua aplicação a processos ou produtos inovadores (as empresas), logo não favorece a translação do conhecimento dos contextos de investigação de base desenvolvidos nas universidades e centros de investigação para os contextos de aplicação desenvolvidos pelas empresas.

Por outro lado, também não é muito favorável à resolução de problemas cuja origem resulta do desenvolvimento de processos ou produtos inovadores nas empresas e que possam requerer novas investigações de base nas universidades. Recorrendo ao modelo dos quadrantes de investigação, o débil envolvimento de organizações não universitárias posiciona estas redes de produção de conhecimento no *quadrante de Bohr* dirigido à investigação de base, ou no *quadrante Wissenschaft* impulsionado pela curiosidade de um investigador por um determinado fenómeno, não aproveitando todo o potencial que emana da investigação de base inspirada pelo uso (*quadrante de Pasteur*) ou da investigação aplicada pura (*quadrante de Edison*), cuja identificação do objeto de estudo advém dos contextos de aplicação levada a cabo pelas empresas, pelos hospitais ou pelos utilizadores finais (pacientes representados nas associações de pacientes).

Nas redes mais centradas na inovação já se observa um predomínio das organizações empresariais com relações frequentes com as organizações universitárias. A conjugação de atores promove o potencial que emana da investigação de base inspirada pelo uso (*quadrante de Pasteur*) ou da investigação aplicada pura (*quadrante de Edison*) para a produção de conhecimento e inovação, e caso seja necessário, pode desencadear novos processos de investigação de base (*quadrante de Bohr*), assumindo um perfil mais próximo da visão interativa do processo de inovação que, embora centrado nas empresas, cria multicanais de aprendizagem interativa com as organizações produtoras de conhecimento

de base (universidades e centros de investigação), com as organizações de aplicação (hospitais) e com organizações complementares (outras empresas, agências governamentais). Por outro lado, a rede exibe uma estrutura polinucleada e fragmentada, o que reforça a necessidade de participação direta nos projetos de inovação para aceder ao conhecimento produzido, sublinhando a ideia de que a participação no processo de produção é essencial para que ocorra a translação do conhecimento nos processos de inovação. Neste processo, as universidades desempenham o papel de *boundary spanner* e de reservatórios de conhecimento, transferindo o conhecimento acumulado num determinado processo de inovação para outros processos de inovação diferentes e até para diferentes áreas tecnológicas ou setores de aplicação. Isto é, identifica-se o papel das universidades como potenciais disseminadoras de conhecimento, dado que elas estão presentes em diferentes projetos, por isso granjeiam uma elevada centralidade global, pelo que o conhecimento construído num determinado processo de inovação pode ser por elas mobilizado para novos processos de inovação, envolvendo outras organizações.

Em termos de proximidade institucional (Quadro 70), emerge novamente a fratura entre as redes de produção de conhecimento e as redes dirigidas à inovação. As primeiras aproximam essencialmente as organizações pertencentes à esfera institucional das universidades, gerando predominantemente redes endogâmicas fortalecendo as ligações dentro desta esfera institucional. Assim sendo, ainda não envolvem, de forma vinculada, outras esferas institucionais para que se possa considerar que é um sistema que se posiciona no modo 3 de produção de conhecimento ou que sustenta essa produção em interações do tipo hélice tripla ou quadrupla. Não cria muitas oportunidades de translação do conhecimento para outras esferas institucionais, nomeadamente as empresas, assim como a incorporação do conhecimento e dos problemas dessas esferas institucionais nos seus processos de produção de conhecimento é insipiente. No sistema mais dirigido à inovação, dado o elevado número de ligações heterofílicas, nomeadamente entre as esferas institucionais universitária e empresarial, com a participação de outras esferas como os hospitais, originando redes essencialmente exogâmicas, já se constata uma aproximação aos modelos de hélice tripla ou até de hélice quadrupla de inovação e do modo 3 de produção de conhecimento.

Quadro 70: Síntese comparativa das redes institucionais (FCT, CORDIS e INOV).

	REDE FCT	REDE CORDIS	REDE INOV	
Rede institucional (proximidade institucional)	COMPOSIÇÃO	Composição dominada esmagadoramente pela esfera institucional das universidades / centros de investigação, ainda que se observem outras esferas institucionais, com alguma relevância para esfera institucional dos hospitais, e com uma presença reduzida das esferas institucionais das empresas, associações / fundações, agências governamentais e tecnopolos. Esta tendência mantém-se ao longo do tempo.	Ainda que o grupo mais representado pertença à esfera institucional das universidades, a representatividade da esfera institucional das empresas é significativa assim como a representatividade da esfera institucional dos hospitais. Ainda que com menor percentagem, não é insignificante a presença das esferas institucionais governamental e associações/fundações. Esta tendência mantém-se ao longo dos biénios, com pequenas oscilações.	Na composição predomina a esfera institucional das empresas, mas a esfera institucional das universidades/centros de investigação está muito bem representada. As restantes esferas institucionais dos hospitais, das associações/fundações, dos centros tecnológicos/tecnopolos e das agências governamentais têm uma presença significativamente mais reduzida.
	CENTRALIDADE	A esfera institucional das universidades ocupa uma posição de elevada centralidade e assume claramente o papel de orquestração e intermediação das ligações entre as diferentes esferas institucionais presentes na rede, assumindo assim o papel de <i>boundary spanner</i> interinstitucional, ao possibilitar a condução da informação entre as diferentes esferas institucionais, tendência que se mantém ao longo do tempo.	Há diversidade quanto às esferas institucionais que ocupam posições de elevada centralidade. Apesar da tendência para as posições de maior centralidade serem ocupadas pela esfera universitária, observam-se frequentemente as esferas dos hospitais, das agências governamentais e das associações/fundações a ocuparem estas posições, pelo que o papel de <i>boundary spanner</i> institucional é repartido. O papel de ponte e orquestração está institucionalmente mais distribuído, observável também ao longo dos biénios.	A maior centralidade local e global é obtida pela esfera institucional das empresas, ainda que a esfera institucional das universidades evidencie também uma centralidade relevante, nomeadamente na centralidade global. Assim, estas duas esferas desempenham o papel central de <i>boundary spanner</i> institucional, ao desempenharem o papel de ponte de ligação entre as diferentes esferas institucionais envolvidas nesta rede. Esta tendência mantém-se ao longo dos biénios.
	LIGAÇÕES	Predominam claramente as ligações homofílicas, essencialmente dentro da esfera institucional das universidades, ainda que existam algumas relações heterofílicas que atravessam as fronteiras da esfera institucional das universidades para se ligarem com as restantes esferas institucionais presentes. Esta tendência mantém-se ao longo dos biénios.	Há uma repartição quase equitativa entre as ligações homofílicas e as heterofílicas. A esfera institucional universitária estabelece mais relações homofílicas, e a maioria das relações das restantes esferas institucionais são heterofílicas, criando proximidade relacional apesar da distância institucional. A esfera institucional das universidades também é a que estabelece maior número de ligações heterofílicas. Ao longo dos biénios aumentam as ligações homofílicas e heterofílicas com a esfera institucional das empresas e diminuem com a dos hospitais.	Predominam claramente as ligações heterofílicas, relacionando essencialmente a esfera institucional das empresas com a esfera institucional das universidades/centros de investigação ainda que as restantes esferas institucionais estejam relacionadas sobretudo com aqueles dois grupos. O maior número de relações homofílicas observa-se na esfera institucional das empresas, sendo insignificante no grupo institucional das universidades e inexistente nos restantes.
	ESTRUTURA	Estrutura-se essencialmente numa rede endogâmica, centrada na esfera institucional das universidades / centros de investigação que gera proximidade essencialmente entre as organizações desta esfera institucional, originando uma estrutura hierárquica que coloca tendencialmente na periferia as restantes esferas institucionais, tendência que se mantém ao longo do tempo.	Estrutura-se tendencialmente em redes exogâmicas, onde a esfera institucional das universidades/centros de investigação desempenha um papel importante, mas não exclusivo, pelo que a estrutura hierárquica da rede coloca em posições de elevada centralidade atores das esferas institucionais das empresas, dos hospitais, das agências governamentais e das associações/fundações, aumentando as oportunidades de perfuração das fronteiras institucionais.	Estrutura-se tendencialmente em redes exogâmicas, polinucleadas por atores sobretudo da esfera institucional das empresas, que assumem maior centralidade, ainda que os atores da esfera institucional das universidades/centros de investigação, assumam também um papel relevante de intermediação, remetendo tendencialmente as restantes esferas institucionais para posições mais periféricas na rede.

Fonte: elaboração própria.

Quanto à proximidade geográfica (Quadro 71), invariavelmente as redes de conhecimento e de inovação organiza-se em torno de um pequeno grupo de lugares com elevada centralidade, que coincidem normalmente com as maiores cidades (portuguesas e europeias) que apresentam maior espessura organizacional. Embora ao longo do tempo se observa a tendência para o aumento dos lugares envolvidos, a tendência de centralização das redes num grupo reduzido de lugares com maior espessura organizacional mantém-se. São evidências que reforçam a tese de que estes processos são territorialmente seletivos e que tendem a concentrar-se nas maiores aglomerações urbanas. No entanto, também se observam diferenças. Parte destas diferenças são consequência das regras específicas de cada programa para acesso ao financiamento, nomeadamente no que diz respeito às organizações não localizadas em Portugal estarem impedidas de obterem financiamento (caso da maioria dos projetos INOV e FCT) ou as normas estimularem a cooperação entre organizações de diferentes países da Europa (caso dos projetos CORDIS). Ainda assim, as diferenças quanto à proximidade geográfica das relações não se restringem à escala internacional, pelo que se podem extrair conclusões para além do efeito das normas específicas de cada projeto.

Desde logo, uma primeira conclusão decorre do facto da maior distância geográfica não ser impeditiva da criação de proximidade relacional e do codesenvolvimento de conhecimento e inovação. A proximidade cognitiva gerada pelo foco na resolução de um problema específico facilita a criação de comunidades epistémicas e de prática transnacionais, daí que se observem ligações intra e intercontinentais (com muita frequência nas redes CORDIS e com alguma frequência nas redes FCT). O facto destas ligações internacionais não serem exclusivamente endogâmicas (nomeadamente as redes CORDIS) significa que, ainda que a proximidade organizacional e institucional sejam importantes, não são impeditivas da criação de proximidade relacional, apesar da distância geográfica. Na hora de criar proximidade relacional a grande distância geográfica, a proximidade cognitiva proporcionada pelo foco num determinado objeto específico parece ser o mais importante.

Quadro 71: Síntese comparativa das redes geográficas (FCT, CORDIS e INOV)

	Rede FCT	Rede CORDIS	Rede INOV
Rede geográfica (proximidade geográfica)	COMPOSIÇÃO Composto por 207 lugares diferentes, a grande maioria fora de Portugal, verifica-se, ao longo dos biénios, um claro crescimento do número de lugares envolvidos. Um grupo restrito de lugares em Portugal é composto por um elevado número de organizações (espessura organizacional) e alguma diversidade institucional, exibindo ainda capacidades instaladas num leque diversificado de áreas científicas de diferentes domínios. Estes atributos acentuam-se tendencialmente ao longo do tempo.	Composto por 750 lugares, a grande maioria fora de Portugal, distribuído por 79 países. Ao longo dos biénios o número de lugares envolvidos vai oscilando. Nas principais cidades da Europa, em particular algumas capitais, observa-se maior número de organizações envolvidas (espessura organizacional) e maior diversidade institucional. Apenas 119 lugares têm organizações que desempenham o papel de proponentes, dos quais apenas 7 se localizam em Portugal, pelo que as organizações localizadas em Portugal desempenham essencialmente o papel de participante.	Composto por 73 lugares diferentes, essencialmente de Portugal, ao longo dos biénios o número de lugares vai oscilando, mas nos últimos quatro biénios a tendência é para aumentar. Há uma dúzia de lugares que exibe maior espessura organizacional e envolvem maior diversidade de esferas institucionais. Tendencialmente são os lugares com maior espessura organizacional que envolvem maior diversidade de áreas tecnológicas e de setores de aplicação, sendo que, de lugar para lugar existe uma certa variabilidade, originando composições locais específicas, o que se observa também ao longo dos biénios.
	CENTRALIDADE Elevada centralidade local e global em torno de um pequeno número de lugares (com maior espessura organizacional) em Portugal que evidencia a elevada capacidade relacional diversificada desses lugares centrais e que se mantém ou se acentua ao longo do tempo, aumentando também o número de lugares que granjeiam maior centralidade.	A maior centralidade local e global é granjeada por um grupo de cidades tendencialmente do centro da Europa e da Península Ibérica (com maior espessura organizacional), tendência que se mantém ao longo dos biénios. As cidades portuguesas mais centrais surgem normalmente no segundo ou terceiro nível de centralidade. De país para país existe alguma variabilidade relativamente ao perfil institucional das organizações que granjeiam maior centralidade, embora as universidades façam parte desse grupo.	A maior centralidade local e global é obtida por um grupo reduzido de lugares, mas a maior centralidade local varia em função do papel desempenhado, sendo que no papel de proponentes emergem cidades com um certo perfil industrial (Famalicão, Matosinhos, Oeiras, Marinha Grande), para além das habituais cidades de Lisboa, Coimbra, Porto ou Braga. Em termos de centralidade global destaca-se Lisboa, que ao longo do tempo desempenha um importante papel de ponte pela regularidade da sua centralidade global.
	LIGAÇÕES Todos os lugares estão ligados, com o grupo mais central a exibir boa intensidade de ligações. A maior percentagem das ligações estabelece-se à escala local (nos lugares com maior espessura organizacional), mas mais de metade das ligações fazem-se à escala supralocal (nacional, internacional e regional, por ordem decrescente), revelando capacidade para gerar proximidade relacional apesar da distância geográfica. A maior intensidade das ligações faz-se às escalas local, regional e nacional.	Todos os lugares dos diferentes países estão ligados com a grande maioria das ligações a fazerem-se à escala internacional, sendo que em alguns países com maior espessura organizacional as ligações que ocorrem dentro da escala nacional têm um peso relevante (ex. Reino Unido e Alemanha). Um pequeno grupo de cidades, essencialmente do centro da Europa e Ibéria, granjeiam grande diversidade relacional, sendo que as cidades portuguesas estabelecem ligações sobretudo pelo desempenho do papel de participantes. Esta tendência mantém-se ao longo dos biénios.	A rede conecta a grande maioria dos lugares envolvidos, ainda que a intensidade de ligação seja maior entre um pequeno grupo de cidades que articulam as relações com os restantes lugares. Mais de metade das ligações faz-se à escala local. Por ordem decrescente seguem-se a escala nacional, a escala regional e a escala internacional das ligações. A maior intensidade de ligações dos lugares com as áreas tecnológicas e setores de aplicação permite apontar uma certa especialização, nomeadamente dos lugares mais centrais e com maior espessura organizacional em torno de determinada base tecnológica dirigida a determinados setores de aplicação
	ESTRUTURA Estrutura-se em torno de um único componente, hierarquizado em torno de um pequeno grupo de lugares, o que revela uma estrutura territorial seletiva, ainda que configure uma rede multiescalar, abarcando desde a escala local à internacional. Esta estrutura acentua-se ao longo do tempo.	Estrutura-se num único componente, hierarquizado, centrada num grupo de lugares dos países do centro da Europa e da Ibéria, o que revela uma estrutura territorial seletiva que configura uma rede internacional, ainda que nos países com maior densidade organizacional se observe as escalas local, regional e nacional. A estrutura mantém-se ao longo dos biénios.	Estrutura-se fundamentalmente em torno de um grande componente, hierarquizado, mas polinucleado, orquestrada por um grupo de lugares com maior espessura organizacional e diversidade de esferas institucionais que configuram diferentes níveis de centralidade, muito baseada nas relações à escala local e, depois, à escala nacional que costura os vários núcleos da rede. Esta estrutura mantém-se ao longo dos biénios.

Fonte: elaboração própria.

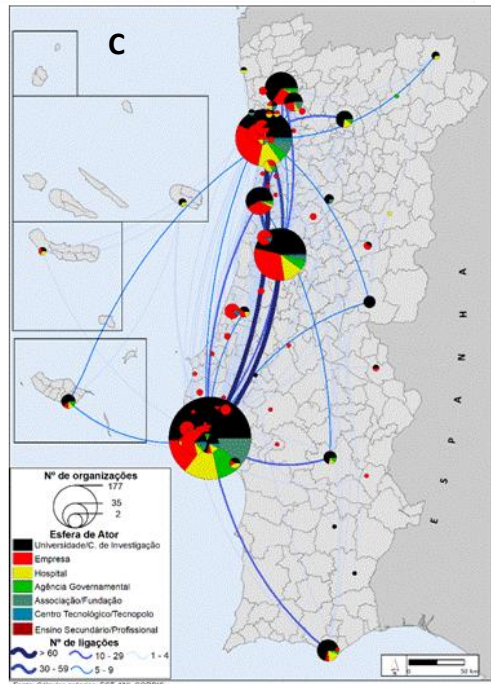
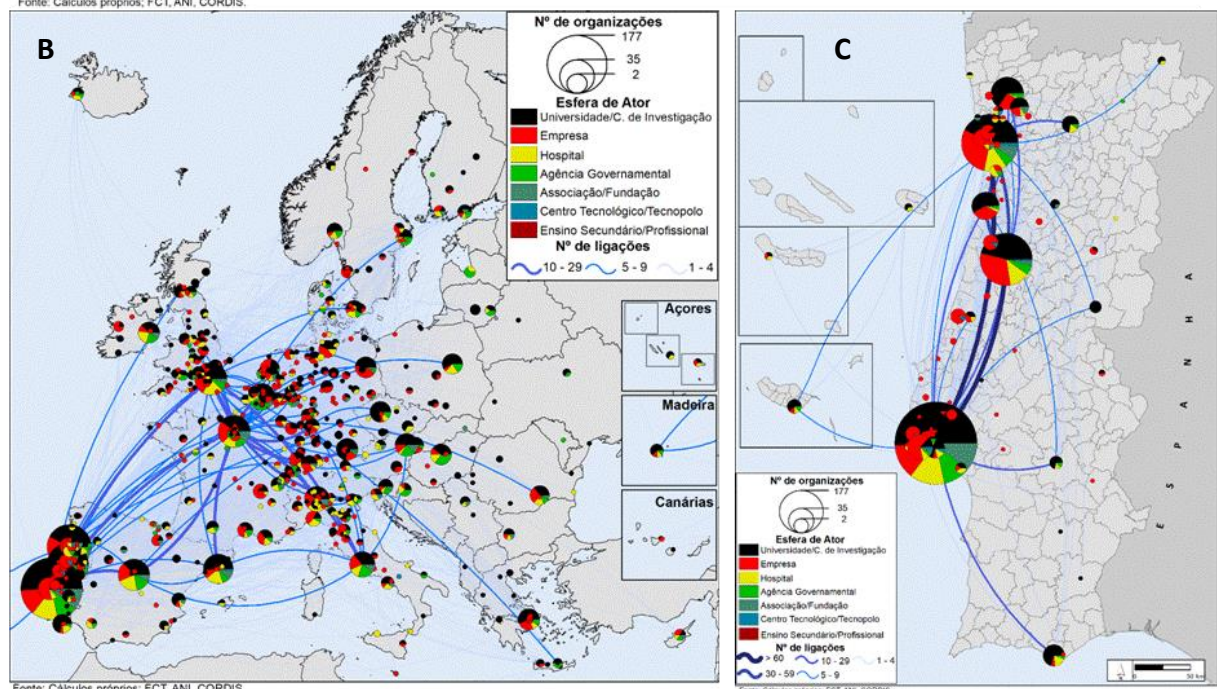
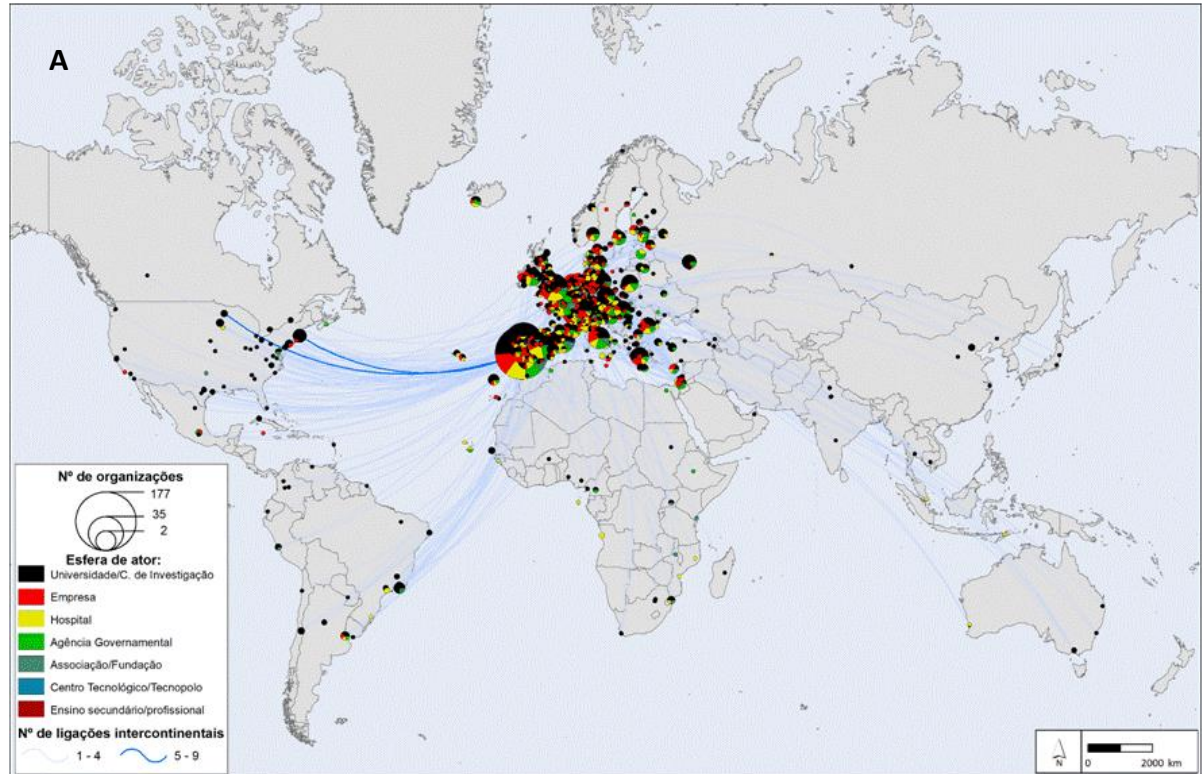
No caso das redes de inovação (rede INOV) a escala relacional mais importante é a escala local, sinal de que a oportunidade de se estabelecerem contactos mais regulares cara-a-cara são um fator a ter em conta na constituição destas redes de inovação, proporcionando o reforço das relações de confiança e oportunidades mais frequentes de descodificação e incorporação do conhecimento produzido, dado que, no ciclo de inovação, esta é a fase de *exploration* do conhecimento, onde o conhecimento ainda não está suficientemente codificado e incorporado nas organizações, necessitando de contactos mais regulares e com recurso a formas de aprendizagem multidimensional, mais facilmente proporcionadas pela proximidade geográfica que facilita os contactos cara-a-cara. No entanto, tal facto não inviabiliza o estabelecimento de ligações a outras escalas geográficas, para aceder ao conhecimento e às competências necessárias ao desenvolvimento do projeto.

A territorialização das três redes (Figura 69) faz emergir um sistema multiescalar de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana com amarração em Portugal, abarcando a escala global – internacional intercontinental (Figura 69 A) e intracontinental (Figura 69 B) – a escala nacional, regional e local (Figura 69 C).

À escala internacional, o espaço privilegiado das relações é o continente europeu, nomeadamente as cidades do centro da Europa, ainda que as relações transatlânticas com algumas cidades dos EUA sejam também significativas. Em termos de composição, as relações a esta escala internacional intercontinental fazem-se essencialmente com lugares que exibem a presença de organizações da esfera universitária, ainda que pontualmente se observem ligações com lugares constituídos por organizações da esfera hospitalar ou empresarial, o que sublinha o papel das organizações universitárias na construção das redes globais de produção de conhecimento e inovação dirigidas à saúde humana com amarração em Portugal. Já à escala internacional intracontinental as ligações fazem-se com lugares cuja composição é mais diversificada. Ainda que a maioria dos lugares exibam um número significativo de organizações pertencentes à esfera institucional das universidades, observa-se um perfil muito mais diversificado de organizações, com destaque para as organizações da esfera das empresas, sendo ainda significativas as organizações das esferas das agências governamentais e dos hospitais. Isto é, a organização do sistema relacional europeu para a saúde humana com amarração a Portugal é mais integrador, possibilitando a criação de proximidade relacional, apesar da distância geográfica, de um leque de lugares com composições organizacionais mais diversificadas, o que significa que a proximidade institucional proporcionada pela partilha das

mesmas políticas europeias de promoção da produção de conhecimento e inovação favorecem a aproximação entre organizações de diferentes esferas institucionais.

Figura 69: Número de organizações segundo a esfera institucional por lugares e respetivas ligações intercontinentais (A), intracontinentais (B) e nacionais (C), resultantes dos projetos FCT, CORDIS e INOV dirigidos à saúde humana.



Fonte: elaboração própria a partir das bases FCT, CORDIS e INOV dirigidas à saúde humana.

À escala nacional, as ligações fazem-se sobretudo entre as maiores cidades (Lisboa, Porto e Coimbra), envolvendo ainda, com alguma intensidade relacional outras cidades com um efetivo organizacional significativo e cuja composição abarque as esferas institucionais das universidades e inclua pelo menos um peso relevante de organizações empresariais e/ou hospitalares na sua composição (ex. Braga, Vila Real, Bragança, Aveiro, Évora, Castelo Branco, Faro, Funchal). Também se observam ligações com lugares cuja composição organizacional é predominantemente ou exclusivamente da esfera empresarial (ex. Marinha Grande), mas onde a intensidade das ligações é muito inferior. Assim, na construção do sistema relacional nacional, apesar do papel das organizações da esfera universitária na amarração destas ligações, ele não é exclusivo, sendo também significativo o papel nomeadamente das organizações das esferas das empresas e dos hospitais.


Lisboa, Porto e Coimbra são também os principais nós estruturadores da rede de ligações de maior proximidade, nomeadamente à escala regional e à escala local. Nestas escalas emergem ainda outras cidades como Braga, Guimarães, Aveiro ou Oeiras que começam a granjear uma centralidade capaz de organizarem sistemas de ligações à escala local e regional, para além da sua inserção nas ligações às escalas nacional e, às vezes, internacional.

Assim, o sistema territorial das relações estabelecidas no âmbito destes projetos dirigidos à saúde humana é policêntrico e multiescalar. Os principais lugares de amarração das ligações que se estabelecem a diferentes escalas geográficas são os territórios com maior espessura e diversidade organizacional, constituídos pelas cidades de Lisboa, Porto e Coimbra. Contempla também um conjunto de cidades médias como Braga, Aveiro ou Oeiras, igualmente com uma espessura e diversidade organizacional significativa que lhes permite participar frequentemente nestes processos colaborativos e estruturar proto-sistemas relacionais multiescalares, envolvendo ligações que vão da escala local à escala internacional.

Para obter uma síntese mais completa dos diferentes contextos locais que emerge do conjunto das redes de conhecimento e inovação analisadas, e que originam esta estrutura policêntrica do sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana, elaborou-se uma análise fatorial multivariada conjugando indicadores resultantes da análise de redes sociais com indicadores de caracterização geral, permitindo sintetizar a composição, a centralidade, as ligações e a dinâmica temporal dos lugares (Figura 70).

Figura 70: Características dos perfis territoriais resultantes da conjugação dos projetos FCT, CORDIS e INOV dirigidos à saúde humana.

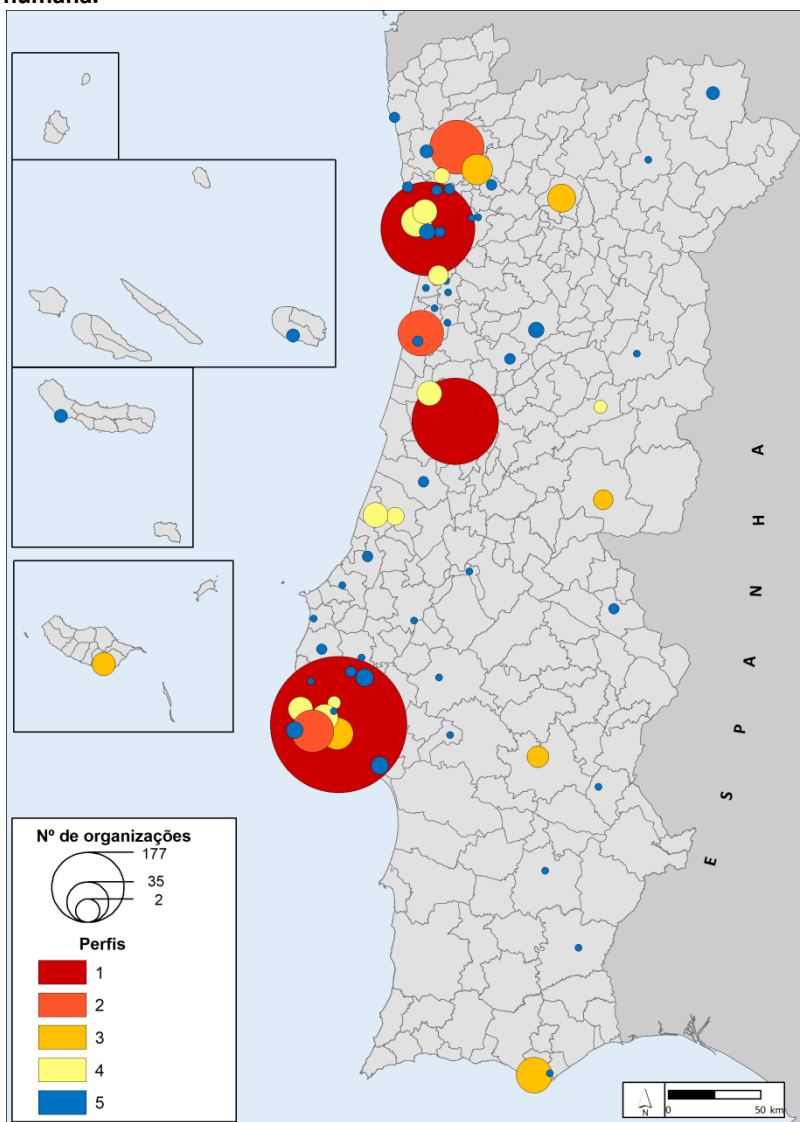
Domínios	Indicadores	Perfis de lugares				
		1	2	3	4	5
Composição dos lugares	Nº total de organizações	4,1	4,1	2,5	3,2	6,5
	Valor total de Financiamento	2,2	3,5	2,5	4,8	6,9
	Nº de organizações da esfera das universidades	3,0	2,7	5,3		4,9
	Nº de organizações da esfera das empresas	4,1			3,7	3,4
	Nº de organizações da esfera dos Hospitais	3,0		2,3		3,6
	Nº de orgções da esfera das Agências Governamentais	3,0		2,6		4,5
	Nº de área_científica	2,4	2,4	3,6		3,7
	Nº de áreas tecnológicas	2,6	2,6		3,7	3,2
	Nº de setores de aplicação	2,8			2,4	2,8
	Nº de projetos que coordena		3,4	2,3		4,0
	Nº de projetos em que participa	3,0	3,8	4,0	2,2	6,7
	Nº de projetos que coordena + participa (FCT)		2,4			3,7
	Nº de projetos que coordena + participa (CORDIS)		2,7	3,2		4,9
	Nº de projetos que coordena + participa (INOV)	3,8	2,4		2,9	4,9
	Nº de organizações da CAE 212 - Fabricação preparações farmacêuticas	3,4				
	Nº de organizações da CAE 466 - Comércio grosso outras máquinas equipamentos	2,7				
	Nº de organizações da CAE 582 - Edição programas informáticos	2,7				
	Nº de organizações da CAE 620 - Consultoria programação informática	3,1				2,9
Nº de organizações da CAE 721 - Investigação desenvolvimento ciencias físicas naturais	2,8				4,4	
Centralidade dos lugares	Índice de betweenness centrality (CORDIS)		2,4			2,4
	Índice de betweenness centrality (FCT)	4,1	3,5	3,7		5,0
	Índice de betweenness centrality (INOV)	2,4			3,2	5,1
	Índice de betweenness centrality (rede de lugares)	3,5	2,2		2,4	6,6
	Índice de out-degree (rede de lugares)	2,2	3,5	4,0	2,2	6,5
	Índice de in-degree (rede de lugares)	2,4	2,4	2,4	3,4	6,7
Ligações dos lugares	Nº de ligações homofílicas	3,0	2,7	3,9		5,6
	Nº de ligações universidade - universidade	2,4	2,4	4,5		3,9
	Nº de ligações empresas - empresas	2,6	2,6		2,8	
	Nº de ligações hospitais - hospitais	2,9				3,2
	Nº de ligações agências governamentais - agências governamentais	2,7				
	Nº de ligações heterofílicas	3,0	3,0		3,5	5,7
	Nº de ligações universidades - empresas	2,4	2,4		2,5	2,7
	Nº de ligações universidades - hospitais	2,4	2,4			4,2
	Nº de ligações universidades - agências governamentais	2,7	2,7			5,4
	Nº de ligações universidades - associações	2,8	2,8		2,1	4,7
	Nº de ligações universidades - tecnopolos	2,7	2,7			4,7
	Nº de ligações empresas - hospitais	2,5				3,1
	Nº de ligações empresas - agências governamentais	2,1				
	Nº de ligações empresas - associações	2,1				3,8
	Nº de ligações hospitais - associações	3,2				
	Nº de ligações agências governamentais - hospitais	3,8				2,2
	Nº de ligações agências governamentais - associações	2,2				
	Nº de ligações à escala local	3,0			4,1	5,3
Nº de ligações à escala regional	4,1	2,7	4,0		5,3	
Nº de ligações à escala nacional	3,0	2,7	3,2	3,4	4,6	
Nº de ligações à escala internacioanal	2,4	2,4	2,1	2,3	5,8	
Dinâmica temporal dos lugares	Nº de biénios envolvido (FCT)	2,6	2,6	3,0		3,7
	Nº de biénios envolvido (CORDIS)	2,6	2,6		3,0	5,1
	Nº de biénios envolvido (INOV)	2,5	2,5			2,5
	Lugares envolvidos nos dois últimos bienios (FCT)			3,4		4,4
	Lugares envolvidos nos dois últimos bienios (CORDIS)	2,8	2,8			4,4
	Lugares envolvidos nos dois últimos bienios (INOV)	2,4	2,4		2,3	3,7



Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo

Fonte: elaboração própria a partir das bases FCT, CORDIS e INOV dirigidas à saúde humana.

Figura 71: Perfis locais resultantes da conjugação dos projetos FCT, CORDIS e INOV dirigidos à saúde humana.



Fonte: Cálculos próprios; FCT, ANI, CORDIS.

Fonte: elaboração própria a partir das bases FCT, CORDIS e INOV dirigidas à saúde humana.

Assim, conclui-se que o sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana se estrutura em torno de cinco perfis locais (Figura 71):

- **Perfil 1 – Nós centrais e estruturadores do sistema policêntrico multiescalar:** são lugares com contextos locais densos e estruturadores do sistema nacional de produção de conhecimento e de inovação dirigido à saúde humana.

Constituído por Lisboa, Porto e Coimbra este é o perfil local cuja composição é mais densa (em termos de número de organizações, volume de financiamento e número de áreas científicas, áreas tecnológicas e setores de aplicação envolvidos), e diversificada (esferas institucionais presentes e setores de atividade envolvidos na globalidade dos projetos dirigidos à saúde humana analisados). Em termos de centralidade, distinguem-se por aí se localizarem organizações com elevada centralidade (nomeadamente nas redes FCT e CORDIS) e que desempenham o papel de ponte de ligação com as restantes organizações da rede. Obtêm elevada centralidade local e global na rede territorial, o que lhes confere o papel de organizadores do

sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana. As ligações homofílicas estão muito presentes, nomeadamente dentro das esferas institucionais das universidades, das empresas, dos hospitais e das agências governamentais, mas as ligações heterofílicas estão também presentes, sendo significativas as ligações entre todas as esferas institucionais analisadas exceto com os centros tecnológicos/tecnopolos. Em termos geográficos, são particularmente caraterizadoras as ligações à escala regional, mas o número de ligações às restantes escalas (local, nacional e internacional) é alto, o que sublinha o papel destes lugares na estruturação das relações multiescalares da rede e, consequentemente, na configuração do sistema de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana. Por último, quanto à dinâmica temporal, são lugares fortemente caraterizados pela longa trajetória de envolvimento nestes projetos, sendo que, nos últimos dois biénios em análise, é particularmente relevante o seu envolvimento nos projetos europeus (base CORDIS) e nos projetos de inovação (base INOV).

- **Perfil 2 – Nós em fase de afirmação no sistema policêntrico multiescalar:** são contextos locais em fase de densificação no sistema nacional de produção de conhecimento e de inovação dirigido à saúde humana.

Constituído por Braga, Aveiro e Oeiras, este é um perfil de lugares com várias características semelhantes às dos lugares do perfil 1, mas, tendencialmente com menor intensidade. Quanto à composição, o número de organizações e o montante de financiamento que angariam no âmbito destes projetos é alto. Destaca-se a presença das universidades e o seu contributo com conhecimento num número muito diversificado de áreas científicas e de áreas tecnológicas. Integram sobretudo os projetos INOV, mas também se observa uma participação significativa nos projetos europeus e uma menor participação nos projetos FCT. O envolvimento nestes projetos faz-se sobretudo na qualidade de participante, sendo ainda baixa a capacidade de coordenação que revelam no âmbito destes projetos. Relativamente à centralidade, são lugares constituídos por organizações com alta centralidade global na rede FCT e média na rede CORDIS, o que significa que já detêm organizações que desempenham o papel de ponte de ligação entre as diferentes organizações da rede. Também detêm uma centralidade muito alta ou alta na rede geográfica, pelo que já desempenham um papel importante na estruturação do sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana. Tanto as ligações homofílicas como as heterofílicas têm alguma relevância, sendo que as ligações dentro da esfera institucional das universidades e dentro da esfera institucional das empresas são as homofílicas mais significativas, e as ligações entre as universidades e as restantes esferas institucionais analisadas são muito relevantes no âmbito das ligações heterofílicas, o que faz das universidades um ator central na organização relacional destes lugares. Em termos geográficos, as ligações à escala nacional são muito significativas, sendo também importante a escala internacional cujas ligações encontram aí amarração, e tendo algum peso as ligações à escala regional. Por último, quanto à dinâmica temporal, tal como os lugares do perfil 1, exibem uma longa trajetória de envolvimento nestes projetos, sendo que, nos últimos dois biénios em análise, distinguem-se pelo envolvimento nos projetos europeus (base CORDIS) e nos projetos de inovação (base INOV).

- **Perfil 3 – Nós emergentes na produção de conhecimento para o sistema policêntrico multiescalar:** são contextos locais em formação orientados fundamentalmente para a produção de conhecimento científico dirigido à saúde humana.

Constituído por Guimarães, Vila Real, Almada, Castelo Branco, Évora, Faro e Funchal, este é um perfil que reúne lugares que se caracterizam fundamentalmente pelo envolvimento nas redes de produção de conhecimento (base FCT). Compostos por uma intensidade média quanto ao número de organizações e ao financiamento, são sobretudo as organizações das esferas institucionais dos hospitais (com intensidade média) mas também, ainda que com baixa intensidade, as das universidades e das agências governamentais as que permitem o envolvimento destes lugares, contribuindo com um leque muito significativo de áreas científicas, mas revelando uma baixa capacidade de coordenação e de participação nos projetos. Em termos de centralidade, é na produção de conhecimento (projetos FCT) que as organizações aí localizadas obtêm uma centralidade global média. Em termos geográficos a sua centralidade é média ou baixa na globalidade da rede territorial, granjeada sobretudo através das relações adjacentes e sem que emerja um papel de intermediação global, remetendo estes lugares para posições mais periféricas. Relativamente às ligações, destacam-se as ligações homofílicas envolvendo sobretudo as universidades. Em termos geográficos as ligações fazem-se sobretudo à escala nacional, sendo pouco caraterizadoras as ligações à escala regional e internacional. Por último, quanto à dinâmica temporal, exibem uma longa trajetória de envolvimento nos projetos FCT, que se mantém ao longo dos dois últimos biénios em análise.

- **Perfil 4 – Nós emergentes na produção de inovação para o sistema policêntrico multiescalar:** são contextos locais em formação orientados fundamentalmente para os processos de inovação dirigida à saúde humana.

Constituído por Vila Nova de Famalicão, Matosinhos, Maia, Santa Maria da Feira, Cantanhede, Covilhã, Marinha Grande, Leiria, Loures, Amadora e Sintra este é um perfil que reúne lugares que se caracterizam fundamentalmente pelo envolvimento nas redes de produção de inovação (redes INOV e CORDIS). São caracterizados por um peso médio das organizações face ao total, mas baixo quanto ao financiamento. São sobretudo as organizações das esferas institucionais das empresas que caracterizam estes lugares, contribuindo com um leque significativo de áreas tecnológicas e muito significativo quanto aos setores de aplicação, desempenhando essencialmente o papel de participantes nos projetos dirigidos fundamentalmente à inovação (rede INOV). Em termos de centralidade, é nos projetos de inovação (rede INOV) que as organizações aí localizadas obtêm alguma centralidade global, sendo que, em termos geográficos a sua centralidade é média ou baixa na globalidade da rede territorial, granjeada sobretudo através das relações adjacentes e sem um papel relevante na intermediação global na rede geográfica, remetendo estes lugares para posições mais periféricas. Relativamente às ligações, são muito significativas as ligações homofílicas entre as empresas, assim como as ligações heterofílicas envolvendo as universidades e as empresas sendo ainda significativas as ligações entre as universidades e as associações. Embora com intensidade baixa, as ligações fazem-se às escalas local, nacional e internacional. Por último, quanto à dinâmica temporal, exibem uma longa trajetória de envolvimento nas redes CORDIS, sendo que nos dois últimos biénios em análise sobressai o envolvimento nas redes INOV.

- **Perfil 5 – Nós complementares periféricos ao sistema policêntrico multiescalar:** são contextos locais periféricos com envolvimento pontual nos processos de produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana.

Constituído por 44 lugares com valores muito baixos em praticamente todos os indicadores de composição, centralidade, ligações e dinâmica temporal, que caracterizam os contextos locais que emergem da análise destes projetos em rede (FCT, INOV e CORDIS). O seu envolvimento faz-se a partir de um número muito baixo de organizações que granjeiam um valor muito baixo do financiamento total. Envolve um leque muito restrito de áreas científicas, áreas tecnológicas ou setores de aplicação. Isto confere a estes lugares centralidades baixas e valores muito baixos de ligações face ao total, remetendo-os para posições periféricas neste sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana. Por outro lado, a sua participação ao longo do tempo é muito pontual, repetindo-se esta tendência quando se considera o seu envolvimento nos dois últimos biénios em análise. No entanto, tal não significa que as organizações localizadas nestes territórios não desempenhem um importante papel complementar no sistema. Significa apenas que estes lugares, para o período em análise, não evidenciam um contexto local minimamente espesso quanto à composição, centralidade, ligações e trajetória neste sistema de produção de conhecimento e inovação dirigido à saúde humana.

Pode-se concluir que estamos perante um sistema nacional policêntrico, hierárquico e multiescalar, cujos contextos locais dirigidos à produção de conhecimento e inovação para a saúde humana exibem espessuras e características variáveis, mas complementares.

O trabalho aqui apresentado abre caminho para o desenvolvimento futuro de novos trabalhos de investigação em torno dos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana com amarração em Portugal.

Por um lado, este trabalho foca-se num período que se pode considerar como a primeira fase de organização e desenvolvimento dum sistema de produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana, período esse que coincide com a institucionalização do *Health Cluster Portugal* (fundado a 4 de abril de 2008) mas cujos trabalhos preparativos e tentativas

de influenciar as políticas públicas já se haviam iniciado antes⁹⁷. Assim, a partir das mesmas fontes de informação, importa analisar a década subsequente e comparar com a primeira fase que aqui se apresentou para perceber as mudanças que ocorreram, em termos de composição, ligações, centralidades e estrutura, procurando identificar mudanças nos diferentes tipos de proximidades (cognitiva, organizacional, institucional e geográfica) e a evolução dos contextos locais especificamente dirigidos à produção de conhecimento e inovação para a saúde humana.

Por outro lado, este trabalho não abarca a totalidade dos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana. Seguramente existem outras fontes de informação sobre os processos de produção de conhecimento e inovação que aqui não foi possível explorar, como as publicações científicas, as patentes ou os ensaios clínicos, apenas para referir três exemplos. A exploração de outras fontes de informação contribui para reforçar o retrato do sistema nacional de produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana, para além de contribuir para melhor caracterizar os contextos dos lugares envolvidos neste sistema.

Outro trajeto possível de investigação futura passa por focar a análise nos lugares com um contexto denso. No caso, os lugares com os perfis 1 e 2, tendo em vista aprofundar o conhecimento sobre o processo de origem e desenvolvimento das trajetórias desses lugares e identificar possíveis tendências de especialização ou diversificação e de clusterização nos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana. Por outro lado, esta linha de investigação pode contribuir para desenhar políticas de consolidação e de reforço da sua capacidade de internacionalização com vista a posicionar esses lugares no grupo dos *hubs* internacionais de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana. No caso dos lugares com os perfis 3 e 4, o objetivo desta linha de investigação passa por desenhar políticas de densificação do contexto local e consequente robustecimento das suas trajetórias, ainda embrionárias, contribuindo, desta forma, para o reforço da natureza policêntrica desta rede nacional de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana, alargando, por esta via, os benefícios económicos a outras cidades médias, algumas delas localizadas em regiões de baixa densidade.

⁹⁷ Para saber mais sobre o processo de origem do HCP consultar os trabalhos de (Santos, Cavaleiro, & Marques, 2010; Santos & Marques, 2012; Ramos, *et al.*, 2013).

Outro dos possíveis caminhos de investigação a explorar passa pela análise da dimensão social da proximidade, que não foi analisada neste trabalho pois focou-se nas organizações. Isto implica uma análise centrada nos indivíduos envolvidos nos processos de produção de conhecimento e inovação dirigidos à saúde humana. A dimensão social da proximidade tem implicações na capacidade de criação de laços de cooperação interorganizacionais com implicações para as escalas geográficas envolvidas nos processos colaborativos de produção de conhecimento e inovação.

Uma análise focada nos atores mais centrais das redes, reforçando a dimensão qualitativa da recolha de informação e da análise, é outro dos caminhos de investigação a percorrer, dirigindo a análise para a exploração dos critérios de seleção dos parceiros, dos mecanismos de colaboração atendendo às diferentes dimensões de proximidade (cognitiva, social, organizacional, institucional e geográfica), assim como para o papel do contexto local, da capacidade de agenciamento e das políticas públicas, o que permitirá reforçar o poder explicativo que advém da análise das redes sociais.

Outro dos possíveis trajetos futuros da investigação passa pela exploração de casos concretos de sucesso e de insucesso de processos de inovação dirigidos à saúde humana, envolvendo estudos de caso da farmacêutica, dos dispositivos médicos e de práticas clínicas. Assim, é possível comparar casos que partem de diferentes tipos de conhecimento base, para avaliar a variabilidade do grau de proximidade multidimensional (o que inclui a geográfica) em função do tipo de conhecimento base de que parte e a sua dinâmica ao longo do ciclo de descoberta, à medida que se vai evoluindo no processo de inovação⁹⁸.

Sobre a geografia da produção de conhecimento e inovação dirigida à saúde humana com amarração em Portugal ainda estão muitos caminhos de investigação por desbravar, pelo que se espera que este trabalho sirva de ponto de partida para o desenvolvimento de novas investigações.

⁹⁸ Alguns destes trajetos futuros de investigação estão, em parte, a ser desenvolvidos pelo autor, no âmbito do projeto “Interações de inovação Bench-Bedside, Bedside-Bench: abordagem geográfica multinível das redes centrada no papel dos hospitais (PTDC/GES-OUT/31686/2017)”, conjuntamente com outros elementos que integram a equipa de investigação do referido projeto, nomeadamente a análise da década subsequente, a exploração de outras fontes de informação como os ensaios clínicos e a rede de coautoria de publicações científicas, bem como a exploração de alguns casos de processos de inovação de sucesso e de insucesso.

Bibliografia

- Abdi, H., & Valentin, D. (2007). Multiple Correspondence Analysis. In K. R. (Ed.), *Encyclopedia of measurement and statistics (Vol. 1)*. Sage.
- Abe, S. (2004). Regional innovation systems in the less-favoured region of Japan: The case of Tohoku. In P. COOKE, M. HEIDENREICH, & H.-J. BRACZYK, *Regional Innovation systems: the role of governance in a globalized world* (second edition - reprinted 2009 ed., pp. 261-290). Abingdon: Routledge.
- Abreu, M. (2011). Absorptive capacity in a regional context. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 211-221). Cheltenham: Edward Elgar.
- Adams, J. D. (2005). Comparative Localization of Academic and Industrial Spillovers. In S. BRESCHI, & F. MALERBA, *Clusters, Networks, and Innovation* (pp. 379-408). New York: Oxford University Press.
- Agnew, J. (1999). The New Geopolitics of Power. In D. MASSEY, J. ALLEN, & P. SARRE, *Human Geography Today* (pp. 173-193). Cambridge: Polity Press.
- Agrawal, A., Cockburn, I., & McHale, J. (2006). Gone but not forgotten: knowledge flows, labor mobility, and enduring social relationships. *Journal of Economic Geography*, 6 (5), 571-591.
- Aharonson, B. S., Baum, J. A., & Feldman, M. P. (2007). Desperately seeking spillovers? Increasing returns, industrial organization and the location of new entrants in geographic and technological space. *Industrial and Corporate Change*, 1-42.
- Amadjian, C. L. (2004). Criação do Conhecimento Interorganizacional: Conhecimento e Redes. In H. TAKEUCHI, & I. NONAKA, *Gestão do Conhecimento* (pp. 201-250). São Paulo: Artmed Editora S.A.
- Alberti, F. G., Belfanti, F., & Giusti, J. D. (2021). Knowledge exchange and innovation in clusters: a dynamic social network analysis. *Industry and Innovation*, 28 (7), 880-901.
- Allen, P. M. (1988). Evolution, innovation and economics. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 95-119). London: Pinter Publishers Limited.
- Almeida, P., & Kogut, B. (1997). The Exploration of Technological Diversity and the Geographic Localization of Innovation. *Small Business Economics*, 9, 21-31.
- Amin, A. (1994). *Post-Fordism a Reader*. Oxford: Blackwell Publishers Ltd.
- Amin, A. (2001). Spatialities of globalization. *Environment and Planning*, 34, 385-399.
- Amin, A. (2004). Regions Unbound: Towards a new Politics of Place. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 86 (1), 33-44.
- Amin, A. (2007). Re-thinking the urban social. *City*, 11 (1), 100-114.
- Amin, A., & Cohendet, P. (1999). Learning and adaptation in decentralised business networks. *Environment and Planning D: Society and Space*, 17, 87-104.
- Amin, A., & Cohendet, P. (2004). *Architectures of Knowledge*. Oxford: Oxford University Press.
- Amin, A., & Roberts, J. (2008). Knowing in action: Beyond communities of practice. *Research Policy*, 37, 353-369.
- Amin, A., & Thrift, N. (1992). Neo-Marshallian Nodes in Global Networks. *International Journal of Urban and Regional Research*, 16 (4), 571-587.
- Amin, A., & Thrift, N. (1995). Institutional issues for the European regions: from markets and plans to socioeconomics and powers of association. *Economy and Society*, 24 (1), 41-66.
- Amin, A., & Thrift, N. (2004). *The Blackwell cultural Economy Reader*. Malden, Oxford and Victoria: Blackwell Publishing Ltd.
- Andersen, E. S. (2010). Approaching National Systems of Innovation from the Production and Linkage Structure. In B.-A. LUNDEVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 71-96). London: Anthem Press.
- Andersen, E. S. (2011). Schumpeter and regional innovation. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 32-42). Cheltenham: Edward Elgar.

- Andersen, E. S., & Braendgaard, A. (2010). Integration, Innovation and Evolution. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 233-257). London: Anthem Press.
- Antonelli, C. (2000). Restructuring and Innovation in Long-Term Regional Change. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 395-410). New York: Oxford University Press.
- Antonelli, C. (2005). Models of knowledge and systems of governance. *Journal of Institutional Economics*, 1 (1), 51-73.
- Antonelli, C., Crespi, F., Ospina, C. A., & Scellato, G. (2017). Knowledge composition, Jacobs externalities and innovation performance in European regions. *Regional Studies*, 51 (11), 1708-1720.
- Archibugi, D. (2001). The Globalisation of the Technology and the European Innovation System. In M. M. FISCHER, & J. FROHLICH, *Knowledge, Complexity and Innovation Systems* (pp. 58-75). Berlin Heidelberg: Springer.
- Archibugi, D., Howells, J., & Michie, J. (1999). Innovation Systems in a Global Economy. *Technology Analysis & Strategic Management*, 11 (4), 527-539.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1997). Technological Globalisation or National Systems of Innovation? *Futures*, 29 (2), 121-137.
- Arribas-Bel, D., Kourtitis, K., & Nijkamp, P. (2015). The sociocultural sources of urban buzz. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 33, 1-17.
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29 (3), 155-173.
- Ascani, A., Bettarelli, L., Resmini, L., & Balland, P.-A. (2020). Global networks, local specialisation and regional patterns of innovation. *Research Policy*, 49 (8).
- Asheim, B. T. (1997). Location, agglomeration and innovation: Towards regional innovation systems in Norway. *European Planning Studies*, 5 (3), 299-330.
- Asheim, B. T. (2000). Industrial Districts: The Contributions of Marshall and Beyond. In G. L. CLARK, M. P. FELDMANN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 413-431). New York: Oxford University Press.
- Asheim, B. T. (2002). Temporary Organisations and Spatial Embeddedness of Learning and Knowledge Creation. *Geografiska Annaler*, 84 (B), 111-124.
- Asheim, B. T. (2007). Differentiated knowledge Bases and Varieties of Regional Innovation Systems. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20 (3), 223-241.
- Asheim, B. T. (2011). The Changing Role of Learning Regions in the Globalizing Knowledge Economy: A Theoretical Re-examination. *Regional Studies*, 46 (8), 993-1004.
- Asheim, B. T. (2020). Economic geography as regional contexts' reconsidered – implications for disciplinary division of labour, research focus and societal relevance. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 74 (1), 25-34.
- Asheim, B. T., Boschma, R., & Cooke, P. (2011). Constructing Regional Advantage: Platform Policies Based on Related Variety and Differentiated Knowledge Bases. *Regional Studies*, 45 (7), 893-904.
- Asheim, B. T., & Coenen, L. (2005). Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. *Research Policy*, 34, 1173-1190.
- Asheim, B. T., & Coenen, L. (2006). Contextualizing Regional Innovation Systems in a Global Learning Economy: On Knowledge Bases and Industrial Frameworks. *Journal of Technology Transfer*, 31, 163-173.
- Asheim, B. T., Coenen, L., & Vang, J. (2007). Face-to-face, buzz and knowledge base: sociospatial implications for learning, innovation and innovation policy. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 25, 655-670.
- Asheim, B. T., & Gertler, M. S. (2005). The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 291-317). New York: Oxford University Press.
- Asheim, B. T., Grillitsch, M., & Trippel, M. (2017). Introduction: Combinatorial Knowledge Bases, Regional Innovation, and Development Dynamics. *Economic Geography*, 93 (5), 429-435.

- Asher, D., & Popper, M. (2019). Tacit knowledge as a multilayer phenomenon: the “onion” model. *The Learning Organization*, 26 (3), 264-275.
- Audretsch, D. B. (2001). The Role of Small Firms in U. S. Biotechnology Clusters. *Small Business Economics*, 17, 3-15.
- Audretsch, D. B., & Aldridge, T. T. (2009). Knowledge spillovers, entrepreneurship and regional development. In R. CAPELLO, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Growth and Development Theories* (pp. 201-210). Cheltenham: Edward Elgar.
- Audretsch, D. B., Belitski, M., Caiazza, R., & Lehmann, E. E. (2020). Knowledge management and entrepreneurship. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16, 373–385.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86 (3), 630-640.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996a). Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of Industrial Organization*, 11 (2), 253-273.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (2003). Small-Firm Strategic Research Partnership: The Case of Biotechnology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 15 (2), 273-288.
- Audretsch, D. B., & Stephan, P. E. (1999). Knowledge spillovers in biotechnology: sources and incentives. *Journal of Evolutionary Economics*, 9, 97-107.
- Autio, E. (1998). Evaluation of RTD in regional systems of innovation. *European Planning Studies*, 6 (2), 131-140.
- Bacon, F. (1620 [1889]). *Novum Organum* (Second Edition ed.). (T. FOWLER, Ed.) Oxford: Clarendon Press Series.
- Balland, P.-A., & Boschma, R. (2021). Complementary interregional linkages and Smart Specialisation: an empirical study on European regions. *Regional Studies*, 55 (6), 1059-1070.
- Balland, P.-A., Boschma, R., & Frenken, K. (2015). Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics. *Regional Studies*, 49 (6), 907-920.
- Balland, P.-A., Boschma, R., & Frenken, K. (2020). Proximity, Innovation and Networks: A Concise Review and Some Next Steps. *Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG) 2019, Utrecht University, Department of Human Geography and Spatial Planning, Group Economic Geography, revised Mar 2020*.
- Balland, P.-A., Boschma, R., & Koen, F. (2015). Proximity and Innovation: From Statics to Dynamics. *Regional Studies*, 49 (6), 907-920.
- Balland, P.-A., Jara-Figueroa, C., Petralia, S. G., Steijn, M. P., Rigby, D. L., & Hidalgo, C. A. (2020). Complex economic activities concentrate in large cities. *Nature Human Behaviour*, 4, 248–254.
- Balzat, M., & Hanusch, H. (2004). Recent trends in the research on national innovation systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 14, 197-210.
- Barnes, T. J. (2001). Rethorizing Economic Geography: From the Quantitative Revolution to the "Cultural Turn". *Annals of the Association of American Geographers*, 91 (3), 546-565.
- Barra, C., Maietta, O. W., & Zotti, R. (2019). Academic excellence, local knowledge spillovers and innovation in Europe. *Regional Studies*, 53 (7), 1058-1069.
- Bathelt, H., & Cohendet, P. (2014). The creation of knowledge: local building, global accessing and economic development - toward an agenda. *Journal of Economic Geography*, 14, 869-882.
- Bathelt, H., & Glückler, J. (2003). Toward a relational economic geography. *Journal of Economic Geography*, 3, 117-144.
- Bathelt, H., & Glückler, J. (2005). Resources in economic geography: from substantive concepts towards a relational perspective. *Environment and Planning A*, 37, 1545-1563.
- Bathelt, H., & Glückler, J. (2011). *The Relational Economy Geographies of Knowing and Learning*. Oxford: Oxford University Press.
- Bathelt, H., & Glückler, J. (2018). Relational Research Design in Economic Geography. In C. GORDON L., M. P. FELDMAN, M. S. GERTLER, & D. WÓJCIK, *The New Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 179-195). Oxford: Oxford University Press.
- Bathelt, H., & Henn, S. (2014). The Geographies of Knowledge Transfers over Distance: Toward a Typology. *Environment and Planning A*, 46 (6), 1403-1424.

- Bathelt, H., Malmberg, A., & Maskell, P. (2004). Cluster and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 28 (1), 31-56.
- Bathelt, H., & Schuldt, N. (2008). Between Luminaires and Meat Grinders: International Trade Fairs as Temporary Clusters. *Regional Studies*, 42 (6), 853-868.
- Bathelt, H., & Schuldt, N. (2010). International Trade Fairs and Global Buzz, Part I: Ecology of global Buzz. *European Planning Studies*, 18 (12), 1957-1974.
- Bathelt, H., & Turi, P. (2011). Local, global and virtual buzz: The importance of face-to-face contact in economic interaction and possibilities to go beyond. *Geoforum*, 42, 520-529.
- Becattini, G. (2002). Del distrito industrial marshaliano a la «teoría del distrito» contemporánea. Una breve reconstrucción crítica. *Investigaciones Regionales*, 1, 9-32.
- Becattini, G., Bellandi, M., & De Propris, L. (2009). Critical nodes and contemporary reflections on industrial districts: An introduction. In G. BECATTINI, M. BELLANDI, & L. DE PROPRI, A *Handbook of Industrial Districts* (pp. XV-XXXV). Cheltenham: Edward Elgar.
- Bellandi, M., & De Propris, L. (2015). Three Generations of Industrial districts. *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 32, 75-87.
- Bellandi, M., & De Propris, L. (2017). New forms of industrial districts. *Econ Polit Ind*, 44, 411–427.
- Belussi, F. (2009). Knowledge dynamics in the evolution of Italian industrial districts. In G. BECATTINI, M. BELLANDI, & L. DE PROPIS, A *Handbook of Industrial Districts* (pp. 457-470). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Belussi, F., Sammarra, A., & Sedita, S. R. (2008). Managing Long Distance and Localized Learning in the Emilia Romagna Life Science Cluster. *European Planning Studies*, 16 (5), 665-692.
- Belussi, F., & Sedita, S. R. (2009). Life Cycle vs. Multiple Path Dependency in Industrial Districts. *European Planning Studies*, 17 (4), 505-528.
- Bercovitz, J. E., & Feldman, M. P. (2007). Fishing upstream: Firm innovation strategy and university research alliances. *Research Policy*, 36, 930-948.
- Berg, S.-H. (2018). Local Buzz, Global Pipelines and Hallyu: The Case of the Film and TV Industry in South Korea. *Journal of Entrepreneurship and Innovation in Emerging Economies*, 4 (1), 33–52.
- Bierly III, P. E., Damanpour, F., & Santoro, M. D. (2009). The Application of External Knowledge: Organizational Conditions for Exploration and Exploitation. *Journal of Management Studies*, 46 (3), 481-509.
- Bilemel, M. J., & McCarthy, I. P. (2008). Networks of dedicated biotechnology and service firms in Vancouver. *Journal of Commercial Biotechnology*, 14 (3), 265-273.
- Binz, C., Coenen, L., Murphy, J. T., & Truffer, B. (2020). Geographies of transition—From topical concerns to theoretical engagement: A commentary on the transitions research agenda. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 34, 1-3.
- Binz, C., & Truffer, B. (2017). Global Innovation Systems—A conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts. *Research Policy*, 46, 1284–1298.
- Binz, C., & Truffer, B. (2020). The Governance of Global Innovation Systems: Putting Knowledge in Context. In J. Glückler, G. Herrigel, & M. Handke, *Knowledge for Governance* (Vol. 15, pp. 397-414). Cham: Springer.
- Binz, C., Truffer, B., & Coenen, L. (2014). Why space matters in technological innovation systems—Mapping global knowledge dynamics of membrane bioreactor technology. *Research Policy*, 43, 138–155.
- Blij, H. d. (2009). *The Power of Place: Geography, Destiny, and Globalization's Rough Landscape*. Oxford / New York: Oxford University Press.
- Boenink, M., van der Scheer, L., Garcia, E., & van der Burg, S. (2018). Giving Voice to Patients: Developing a Discussion Method to Involve Patients in Translational Research. *NanoEthics*, 12, 181–197.
- Boggs, J. S., & Rantisi, N. M. (2003). The 'relational turn' in economic geography. *Journal of Economic Geography*, 3, 109–116.
- Borrás, S. (2004). System of innovation theory and the European Union. *Science and Public Policy*, 31 (6), 425-433.
- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39 (1), 61-74.

- Boschma, R. (2018). A Concise History of the Knowledge Base Literature: Challenging Questions for Future Research. In A. ISAKSEN, R. MARTIN, & M. TRIPPL (org.), *New Avenues for Regional Innovation Systems - Theoretical Advances, Empirical Cases and Policy Lessons* (pp. 23-40). Cham: Springer.
- Boschma, R., & Fornahl, D. (2011). Cluster Evolution and a Roadmap for Future Research. *Regional Studies*, 45 (10), 1295-1298.
- Boschma, A. R., & Frenken, K. (2006). why is economic geography not an evolutionary science? Towards an evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 6, 273-302.
- Boschma, R. A., & Lambooy, J. G. (1999). Evolutionary economics and economic geography. *Journal of Evolutionary Economics*, 9, 411-429.
- Boschma, R., & Frenken, K. (2011). Technological relatedness, related variety and economic geography. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 187-197). Cheltenham: Edward Elgar.
- Boschma, R., & Frenken, K. (2012). Technological relatedness and regional branching. In H. BATHELT, M. FELDMAN, & D. F. KOGLER, *Beyond Territory: Dynamic Geographies of Innovation and Knowledge Creation* (p. 256). New York: Routledge.
- Breschi, S., & Malerba, F. (2001). The Geography of Innovation and Economic Clustering: Some Introductory Notes. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4), 817-833.
- Breschi, S., & Malerba, F. (2005). Clusters, Networks, and Innovation: Research Results and New Directions. In S. BRESCHI, & F. MALERBA, *Clusters, Networks, and Innovation* (pp. 1-26). New York: Oxford University Press.
- Breschi, S., Lessoni, F., & Montobbio, F. (2005). The Geography of Knowledge Spillovers: Conceptual Issues and Measurement Problems. In S. BRESCHI, & F. MALERBA, *Clusters, Networks, and Innovation* (pp. 343-378). New York: Oxford University Press.
- Brown, J. S., & Duguid, P. (1991). Organizational Learning and Communities of Practice: Towards a Unified View of Working, Learning, and Innovation. *Organization Science*, 2 (1), 40-57.
- Brown, J. S., & Duguid, P. (1998). Organizing Knowledge. *California Management Review*, 40 (3), 90-111.
- Bud, R. (1991). Biotechnology in the Twentieth Century. *Social Studies of Science*, 21 (3), 415-457.
- Bunnell, T. G., & Coe, N. M. (2001). Spaces and scales of innovation. *Progress in Human Geography*, 25 (4), 569-589.
- Burfitt, A., Macneill, S., & Gibney, J. (2007). The Dilemmas of operationalizing Cluster Policy: The Medical Technology Cluster in the West Midlands. *European Planning Studies*, 15: 9, 1273-1290.
- Burt, R. S. (2004). Structural Holes and Good Ideas. *American Journal of Sociology*, 110 (2), 349-399.
- Bush, V. (1945). *Science the Endless Frontier: A report to the President on a Program for Postwar Scientific Research*. Washington, D. C.: National Science Foundation.
- Cagnin, C., Amanatidou, E., & Keenan, M. (2012). Orienting European innovation systems towards grand challenges and the roles that FTA can play. *Science and Public Policy*, 39 (2), 140-152.
- Cairncross, F. (1997). *The Death of Distance How the Communications Revolution Is Changing Our Lives*. Boston: Harvard Business School Press.
- Camagni, R. (1991). *Innovation Networks: Spatial Perspectives*. London: GREMI-Belhaven Press.
- Cambrosio, A., Keating, P., & Mogoutov, A. (2004). Mapping Collaborative Work and Innovation in Biomedicine: A Computer-Assisted Analysis of Antibody Reagent Workshops. *Social Studies of Science*, 34 (3), 325-364.
- Cammarano, A., Caputo, M., Lambert, E., & Michelino, F. (2017). R&D Collaboration Strategies for Innovation: An Empirical Study Through Social Network Analysis. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 14 (1).
- Campbell, D. F. (2006). The University/Business Research Networks in Science and Technology. In E. G. CARAYANNIS, & D. F. CAMPBELL, *Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters* (pp. 67-100). Westport: Praeger.
- Cao, Z., Derudder, B., & Peng, Z. (2019). Interaction between different forms of proximity in inter-organizational scientific collaboration: The case of medical sciences research network in the Yangtze River Delta region. *Regional Science*, 98 (5), 1903-1924.

- Cao, Z., Derudder, B., Dai, L., & Peng, Z. (2021). Buzz-and-pipeline' dynamics in Chinese science: the impact of interurban collaboration linkages on cities' innovation capacity. *Regional Studies*, In Press.
- Capdevila, I., Cohendet, P., & Simon, L. (2018). From a local community to a global influence. How elBulli restaurant created a new epistemic movement in the world of haute cuisine. *Industry and Innovation*, 25 (5), 526-549.
- Capello, R. (2020). Proximity and Regional Competitiveness, in "Scienze Regionali. *Italian Journal of Regional Science*, 373-394.
- Caraça, J. (2008). *Do Saber ao Fazer: Porquê Organizar a Ciência* (3ª Edição ed.). Lisboa: Gradiva.
- Caraça, J., Lundvall, B. A., & Mendonça, S. (2009). The changing role of science in the innovation process: From Queen to Cinderella? *Technological Forecasting & Social Change*, 76 (6), 861-867.
- Caragliu, A., de Dominicis, L., & de Groot, H. L. (2016). Both Marshall and Jacobs were Right! *Economic Geography*, 92 (1), 87-111.
- Carayannis, E. G., & Alexander, J. M. (2006). *Global and Local Knowledge: Glocal Transatlantic Public-Private Partnerships for Research and Technological Development*. Palgrave Macmillan: New York.
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1 (2), 1-12.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2006). "Mode 3" Meaning and Implications from a Knowledge Systems Perspective. In E. G. CARAYANNIS, & D. F. CAMPBELL, *Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters* (pp. 1-25). Westport: Praeger.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2011). Open Innovation Diplomacy and a 21st Century Fractal Research, Education and Innovation (FREIE) Ecosystem: Building on the Quadruple and Quintuple Helix Innovation Concepts and the "Mode 3" Knowledge Production System. *Journal Of The Knowledge Economy*, 2 (3), 327-372.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2012). *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems: 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development*. New York: Springer.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2019). Mode 1, Mode 2, and Mode 3: Triple Helix and Quadruple Helix. In E. G. CARAYANNIS, & D. F. CAMPBELL, *Smart Quintuple Helix Innovation Systems. SpringerBriefs in Business*. (pp. 17-30). Cham.: Springer.
- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). 'Mode 3' universities and academic firms: thinking beyond the box trans-disciplinarity and nonlinear innovation dynamics within cooperative entrepreneurial ecosystems. *International Journal of Technology Management*, 77 (1-3), 145-185.
- Carayannis, E. G., Pirzadeh, A., & Popescu, D. (2012). *Institutional Learning and Knowledge Transfer Across Epistemic Communities*. New York: Springer.
- Carayannis, E. G., Pirzadeh, A., & Popescu, D. (2012a). *Institutional Learning and Knowledge Transfer Across Epistemic Communities. New Tools of Global Governance*. New York / Dordrecht / Heidelberg / London: Springer.
- Carayannis, E. G., & von Zedtwitz, M. (2005). Architecting gloCal (global-local), real-virtual incubator networks (G-RVINS) as catalysts and accelerators of entrepreneurship in transitioning and developing economies: lessons learned and best practices from current development and business incubation. *Technovation*, 25 (2), 95-110.
- Carlsson, B. (2006). Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research Policy*, 35, 56-67.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research Policy*, 31, 233-245.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 1 (2), 93-118.
- Carrincazeaux, C., & Coris, M. (2011). Proximity and innovation. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 269-281). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.

- Carvalho, L., & Vale, M. (2018). Biotech by bricolage? Agency, institutional relatedness and new path development in peripheral regions. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 11 (2), 275–295.
- Carvalho, L., & Van Winden, W. (2017). Planned knowledge locations in cities: studying emergence and change. *International Journal of Knowledge-Based Development*, 8 (1), 47-67.
- Castaldi, C., Frenken, K., & Los, B. (2015). Related Variety, Unrelated Variety and Technological Breakthroughs: An analysis of US State-Level Patenting. *Regional Studies*, 49 (5), 767-781.
- Castells, M. (2001). *A Galáxia Internet: Reflexões sobre Internet, Negócios e Sociedade* (2ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Cavalla, D. (2003). The extended pharmaceutical enterprise. *Drug Discovery Today*, 8 (6), 267-274.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Esposito, E., & Shashi. (2019). Exploration and exploitation in the development of more entrepreneurial universities: A twisting learning path model of ambidexterity. *Technological Forecasting and Social Change*, 141, 172-194.
- Cetina, K. K. (1999). *Epistemic Cultures How the Sciences Make Knowledge*. Cambridge / London: Harvard University Press.
- Chaminade, C., & Lundvall, B.-Å. (2019). Science, Technology, and Innovation Policy: Old Patterns and New Challenges. *Oxford Research Encyclopedia of Business and Management*, <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190224851.013.179>.
- Chaminade, C., & Vang, J. (2008). Globalisation of knowledge production and regional innovation policy: Supporting specialized hubs in the Bangalore software industry. *Research Policy*, 37, 1684–1696.
- Chaminade, C., Martin, R., & McKeever, J. (2021). When regional meets global: exploring the nature of global innovation networks in the video game industry in Southern Sweden. *Entrepreneurship & Regional Development*, 33 (1-2), 131-146.
- Chanda, S. K., & Caldwell, J. S. (2003). Fulfilling the promise: drug discovery in the post-genomic era. *Drug Discovery Today*, 8 (4), 168-174.
- Chen, K., & Marchioni, M. (2008). Spatial Clustering of Venture Capital-Financed Biotechnology Firms in the U.S. *The Industrial Geographer*, 5 (2), 19-38.
- Chen, Y., & Hassink, R. (2020). Multi-scalar knowledge bases for new regional industrial path development: toward a typology. *European Planning Studies*, 28 (12), 2489-2507.
- Chersbrough, H. W. (2006). *Open Innovation The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School Press.
- Chesbrough, H. (2006a). Open Innovation: A New Paradigm for Understanding Industrial Innovation. In H. CHESBROUGH, W. VANHAVERBEKE, & J. WEST, *Open Innovation Researching a New Paradigm* (pp. 1-12). New York: Oxford University Press.
- Chesnais, F. (1993). The French National System of Innovation. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 192-229). Oxford: Oxford University Press.
- Chesnais, F. (2010). National Systems of Innovation, Foreign Direct Investment and the Operations of Multinational Entreprises. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 259-291). London: Anthem Press.
- Coad, A., & Rao, R. (2008). Innovation and firm growth in high-tech sectors: A quantile regression approach. *Research Policy*, 37 (4), 633–648.
- Cockburn, I. M. (2004). The Changing Structure of the Pharmaceutical Industry. *Health Affairs*, 23 (1), 10-22.
- Coe, D. T., & Helpman, E. (1995). International R&D spillover. *European Economic Review*, 39, 859-887.
- Coe, N. M. (2012). Geographies of production II A global production network A–Z. *Progress in Human Geography*, 38 (3), 389-402.
- Coe, N. M., & Bunnell, T. G. (2003). 'Spatializing' knowledge communities: towards a conceptualization of transnational innovation networks. *Global Networks*, 3 (4), 437-456.
- Coe, N. M., Dicken, P., & Hess, M. (2008). Global production networks: realizing the potential. *Journal of Economic Geography*, 8, 271-295.
- Coe, N. M., & Hess, M. (2013). Global production networks, labour and development. *Geoforum*, 44, 4–9.

- Coe, N. M., Hess, M., Yeung, H. W.-C., Dicken, P., & Henderson, J. (2004). 'Globalizing' regional development: a global production networks perspective. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 29 (4), 468-484.
- Coe, N. M., Kelly, P. F., & Yeung, H. w. (2007). *Economic Geography A Contemporary Introduction*. Victoria: Blackwell Publishing.
- Coe, N. M., & Yeung, H. W.-C. (2015). Global Production Networks 2.0. In N. M. COE, & H. W.-C. YEUNG, *Global Production Networks* (pp. 1-31). Oxford: Oxford University Press.
- Coenen, L., Benneworth, P., & Truffer, B. (2012). Toward a spatial perspective on sustainability transitions. *Research Policy*, 41 (6), 968-979.
- Coenen, L., & Kevin, M. (2020). Evolving geographies of innovation: existing paradigms, critiques and possible alternatives. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 74 (1), 13-24.
- Coenen, L., & Truffer, B. (2012). Places and Spaces of Sustainability Transitions: Geographical Contributions to an Emerging Research and Policy Field. *European Planning Studies*, 20 (3), 367-374.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1), 128-152.
- Cohen, W. M. (2010). Fifty Years of Empirical Studies of Innovative Activity and Performance. In B. H. HALL, & N. ROSENBERG, *Handbook of the Economics of Innovation* (pp. 129-213). Amsterdam: Elsevier.
- Cohendet, P., Grandadam, D., & Simon, L. (2010). The Anatomy of the Creative City. *Industry and Innovation*, 17 (1), 91-111.
- Cohendet, P., Grandadam, D., Simon, L., & Capdevila, I. (2014). Epistemic communities, localization and the dynamics of knowledge creation. *Journal of Economic Geography*, 14 (5), 929-954.
- Cohendet, P., & Simon, L. (2008). Knowledge-Intensive Firms, Communities, and Creative Cities. In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 227-253). Oxford: Oxford University Press.
- Consoli, D., & Mina, A. (2009). An evolutionary perspective on health innovation systems. *Journal of Evolutionary Economics*, 19, 297-319.
- Content, J., & Frenken, K. (2016). Related variety and economic development: a literature review. *European Planning Studies*, 24 (12), 2097-2112.
- Cooke, P. (1992). Regional Innovation Systems: Competitive Regulation in the New Europe. *Geoforum*, 23 (3), 365-382.
- Cooke, P. (2001). Biotechnology Clusters in the U.K.: Lessons from Localisation in the Commercialisation of Science. *Small Business Economics*, 17, 43-59.
- Cooke, P. (2001a). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4), 945-974.
- Cooke, P. (2001b). New Economy Innovation Systems: Biotechnology in Europe and the USA. *Industry and Innovation*, 8 (3), 267-289.
- Cooke, P. (2002). Regional Innovation Systems: General Findings and Some New Evidence from Biotechnology Clusters. *Journal of Technology Transfer*, 27, 133-145.
- Cooke, P. (2004). Globalization of biotechnology. *European Planning Studies*, 12 (7), 915-920.
- Cooke, P. (2004a). Introduction: Regional innovation systems - an evolutionary approach. In P. COOKE, M. HEIDENREICH, & H.-J. BRACZYK, *Regional Innovation Systems the role of governance in a globalized world* (Second Edition - reprinted 2009 ed., pp. 1-18). Oxon: Routledge.
- Cooke, P. (2004b). The regional innovation system in Wales: Evolution or eclipse? In P. COOKE, M. HEIDENREICH, & H.-J. BRACZYK, *Regional Innovation Systems: the role of governance in a globalized world* (second edition - reprinted 2009 ed., pp. 214-233). Abingdon: Routledge.
- Cooke, P. (2004c). Life sciences clusters and regional science policy. *Urban Studies*, 41 (5), 1113-1131.
- Cooke, P. (2004d). Regional knowledge capabilities, embeddedness of firms and industry organisation: bioscience megacenters and economic geography. *European Planning Studies*, 12 (5), 625-641.
- Cooke, P. (2005). Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring 'Globalisation 2' - A new model of industry organisation. *Research Policy*, 34, 1128-1149.

- Cooke, P. (2005a). Regional Knowledge Capabilities and Open Innovation: Regional Innovation Systems and Clusters in the Asymmetric Knowledge Economy. In S. BRESCHI, & F. MALERBA, *Clusters, Networks, an Innovation* (pp. 80-109). New York: Oxford University Press.
- Cooke, P. (2005b). Rational drug design, the knowledge value chain and bioscience megacenters. *Cambridge Journal of Economics*, 29, 325-341.
- Cooke, P. (2006). Global Bioregions: Knowledge Domains, Capabilities and Innovation System Networks. *Industry & Innovation*, 13 (4), 437-458.
- Cooke, P. (2006a). Global Bioregional Networks: A New Economic Geography of Bioscientific Knowledge. *European Planning Studies*, 14 (9), 1265-1285.
- Cooke, P. (2007a). *Growth Cultures: The Global Bioeconomy and Its Bioregions*. Abingdon and New York: Routledge.
- Cooke, P. (2007). To Construct Regional Advantage from Innovation Systems First Build Policy Platforms. *European Planning Studies*, 15 (2), 179-194.
- Cooke, P. (2011). Regional innovation policy and dramaturgy. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 573-586). Cheltenham: Edward Elgar.
- Cooke, P. (2009). The Economic Geography of Knowledge Flow Hierarchies Among Internationally Networked Medical Bioclusters: A Scientometric Analysis. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 100 (3), 332-347.
- Cooke, P. (2012). Creating Clean-Tech Clusters: Lessons for the Negev. In OECD, *Entrepreneurship, SMES and Local Development: Clean-Tech in the Negev, Israel* (pp. 31-36). Paris: OECD Local Economic and Employment Development (LEED) Programme.
- Cooke, P. (2021). Systems of Innovation and the Learning Region. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 835-852). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Cooke, P., Kaufmann, D., Levin, C., & Wilson, R. (2006). The Biosciences Knowledge Value Chain and Comparative Incubation Models. *Journal of Technology Transfer*, 31, 115-129.
- Cooke, P., & Leydesdorff, L. (2006). Regional Development in the Knowledge-Base Economy: The Construction of Advantage. *Journal of Technology Transfer*, 31 (5), 5-15.
- Cooke, P., Ropert, S., & Wylie, P. (2003). 'The Golden Thread of Innovation' and Northern Ireland's Evolving Regional Innovation System. *Regional Studies*, 37 (4), 365-279.
- Cooke, P., Uranga, M. G., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation system: Institutional and organizational dimensions. *Research Policy*, 26, 475-491.
- Coppin, O. (2002). Le milieu innovateur: une approche par la système. *Innovations*, 16 (2), 29-50.
- Cowan, R., David, P. A., & Foray, D. (2000). The Explicit Economics of knowledge Codification and Tacitness. *Industrial and Corporate Change*, 9 (2), 211-253.
- Crabu, S. (2018). Rethinking biomedicine in the age of translational research: Organisational, professional, and epistemic encounters. *Sociology Compass*, 12 (10), e12623.
- Crevoisier, O. (2001). Perspectives l'approche par les milieux innovateurs : état des lieux et perspectives. *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, 1, 153 - 165.
- Crevoisier, O., & Jeannerat, H. (2009). Territorial Knowledge Dynamics: From The proximity Paradigm to Multi-local Milieus. *European Planning Studies*, 17 (8), 1223-1241.
- Cripe, T. P., Thomson, B., Boat, T. F., & Williams, D. A. (2005). Promoting Translational Research in Academic Health Centers: Navigating the "Roadmap". *Academic Medicine*, 80 (11), 1012-1018.
- Cumbers, A., Mackinnon, D., & Chapman, K. (2003). Innovation, collaboration, and learning in regional clusters: a study of SMEs in the Aberdeen oil complex. *Environment and Planning A*, 35, 1689-1706.
- Dahl, M. S., & Pedersen, C. O. (2004). Knowledge flows through informal contacts in industrial clusters: myth or reality? *Research Policy*, 33, 1673-1686.
- Dahlman, C. J., & Frischtak, C. R. (1993). National Systems Supporting Technical Advance in Industry: The Brazilian Experience. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 414-450). Oxford: Oxford University Press.
- Davids, M., & Frenken, K. (2018). Proximity, knowledge base and the innovation process: towards an integrated framework. *Regional Studies*, 52 (1), 23-34.

- De Marchi, V., Di Maria, E., & Gereff, G. (2017). Industrial districts, clusters and global value chains
Toward an integrated framework. In J. CANTWELL, D. MOWERY, V. DE MARCHI, E. DI MARIA, &
G. GEREFFI, *Local Clusters in Global Value Chains Linking Actors and Territories Through
Manufacturing and Innovation* (p. 244). London: Routledge.
- De Noni, I., Orsi, L., & Belussi, F. (2018). The role of collaborative networks in supporting the innovation
performances of lagging-behind European regions. *Research Policy*, 47, 1–13.
- De Propriis, L. (2008). Trust and Social Capital in Glo-cal Networks. In M. D. PARRILI, P. BIANCHI, & R.
SUGDEN, *High Technology, Productivity and Networks* (pp. 155-174). New York: Palgrave
Macmillan.
- Deleamarle, A., & Larédo, P. (2008). Breakthrough Innovation and the Shaping of New Markets: The Role
of Communities of Practice. In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and
Organization* (pp. 178-199). Oxford: Oxford University Press.
- Dhainaut, J.-F., Blin, O., Herry, F., & al., e. (2020). Health research and innovation: Can we optimize the
interface between startups/pharmaceutical companies and academic health care institutions or
not? *Therapies*, 75 (1), 113-123.
- Dicken, P. (2000). Places and Flows: Situating International Investment. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN,
& M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 275-291). Oxford: Oxford
University Press.
- Dicken, P. (2001). Firms in Territories: A Relational Perspective. *Economic Geography*, 77 (4), 345-363.
- Dicken, P. (2004). Geographers and 'globalization': (yet) another missed boat? *Transactions of the
Institute of British Geographers*, 29, 5-26.
- Dicken, P. (2011). *Global Shift Mapping the Changing Contours of the World Economy* (6th ed.). London:
SAGE Publications Ltd.
- Dicken, P., Kelly, P. F., Olds, K., & Yeung, H. W.-C. (2001). Chains and networks, territories and scales:
towards a relational framework for analysing the global economy. *Global Networks*, 1 (2), 89-
112.
- Doloreux, D. (2002). What we should know about regional systems of innovation. *Technology in Society*,
24, 243-263.
- Doloreux, D. (2004). Regional networks of small and medium sized enterprises: evidences from
Metropolitan Areas of Ottawa in Canada. *European Planning Studies*, 12 (2), 173-189.
- Doloreux, D., Puerta, J. G., Pastor-López, I., Gómez, I. P., Sanz, B., & Zabala-Iturriagagoitia, J. M. (2019).
Territorial innovation models: to be or not to be, that's the question. *Scientometrics* , 120,
1163–1191.
- Dosi, G. (1988). The nature of innovative process. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, &
L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 221-238). London: Pinter Publisher
Limited.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverber, G., & Soete, L. (1988). *Technical Change and Economic
Theory*. London: Pinter Publisher Limited.
- Dosi, G., & Mazzucato, M. (2006). Introduction. In M. MAZZUCATO, & G. Dosi, *Knowledge Accumulation
and Industry Evolution The Case of Pharma-Biotech* (pp. 1-18). Cambridge: Cambridge
University Press.
- Dosi, G., & Nelson, R. R. (2010). Technical Change and Industrial Dynamics as Evolutionary Processes. In
B. H. HALL, & N. ROSENBERG, *Handbook in Economics Innovation* (pp. 51-127). Amsterdam,:
Elsevier.
- Dosi, G., & Orsenigo, L. (1988). Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours
and change in evolutionary environments. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBERG,
& L. SOETE, *Thecnical Change and Economic Theory* (pp. 13-37). London: Pinter Publishers
Limited.
- Drejer, I. (2000). Comparing Patterns of Industrial Interdependence in National Systems of Innovation -
A study of Germany, the United Kingdom, Japan and the United States. *Economic Systems
Research*, 12 (3), 377-399.
- Duguid, P. (2008). Prologue: Community of Practice Then and Now. In A. AMIN, & J. ROBERTS,
Community, Economic Creativity, and Organization (pp. 1-10). Oxford: Oxford University Press.

- Duguid, P. (2008a). 'The Art of Knowing': Social and Tacit Dimensions of Knowledge and the Limits of the Community of Practice. In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 69-89). Oxford: Oxford University Press.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation technologies, institutions, and organizations*. Abingdon: Routledge.
- Edquist, C. (2004). Reflexions on the systems of innovation approach. *Science and Public Policy*, 31 (6), 485-489.
- Edquist, C. (2005). Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 181-208). New York: Oxford University Press.
- Edquist, C., & Johnson, B. (1997). Institutions and Organizations in Systems of Innovation. In C. EDQUIST, *Systems of Innovation Technologies, Institutions* (pp. 41-63). Abingdon: Routledge.
- Edquist, C., & Lundvall, B.-A. (1993). Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 265-298). Oxford: Oxford University Press.
- Egeraat, C. V., & Curran, D. (2014). Social Networks and Actual Knowledge Flow in the Irish Biotech Industry. *European Planning Studies*, 1109-1126.
- Eliasson, G., & Eliasson, A. (1996). The Biotechnological Competence Bloc. *Revue d'Economie Industrielle*, 78, 7-26.
- Enkel, E., Grassmann, O., & Chesbrough, H. (2009). Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon. *R&D Management*, 39 (4), 311-316.
- Ernst, D. (2002). Global production networks and the changing geography of innovation systems. Implications for developing countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 11 (6), 497-523.
- Estabrooks, C. A., Thompson, D. S., Lovely, J. J., & Hofmeyer, A. (2006). A Guide to Knowledge Translation Theory. *The Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 26 (1), 25-35.
- Ettlinger, N. (2001). A Relational Perspective in Economic Geography: Connecting Competitiveness with Diversity and Difference. *Antipode*, 216-227.
- Ettlinger, N. (2003). Cultural economic geography and a relational and microspace approach to trust, rationalities, networks, and change in collaborative workplaces. *Journal of Economic Geography*, 3, 145-171.
- Etzkowitz, H. (1983). Entrepreneurial Scientists and Entrepreneurial Universities in American Academic Science. *Minerva*, 21 (2-3), 198-233.
- Etzkowitz, H. (1998). The norm of entrepreneurial science: cognitive effects of new university - industry linkages. *Research Policy*, 27, 823-833.
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: university-industry-government innovation in action*. New York: Routledge.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamic of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- Fagerberg, J. (2005). Innovation: A Guide to the Literature. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 1-26). New York: Oxford University Press.
- Fagerberg, J., & Verspagen, B. (2009). Innovation studies—The emerging structure of a new scientific field. *Research Policy*, 38 (2), 218–233.
- Fagerberg, J., Fosaas, M., & Sapprasert, K. (2012). Innovation: Exploring the knowledge base. *Research Policy*, 41 (7), 1132–1153.
- Fagerberg, J., Landström, H., & Martin, B. R. (2012). Exploring the emerging knowledge base of 'the knowledge society'. *Research Policy*, 41 (7), 1121–1131.
- Faulconbridge, J. R. (2010). Global architects: learning and innovation through communities and constellations of practice. *Environment and Planning A*, 42, 2842-2858.
- Federsel, H.-J. (2006). In search of sustainability: process R&D in light of current pharmaceutical industry challenges. *Drug Discovery Today*, 11 (21/22), 966-974.

- Feiock, R. C., Moon, M. J., & Park, H. J. (2008). Is the World “Flat” or “Spiky”? Rethinking the Governance Implications of Globalization for Economic Development. *Public Administration Review*, 68 (1), 24–35.
- Feldman, M. P. (1994). *The Geography of Innovation*. Dordrecht, Boston and London: Springer-Science+Business Media, B.V.
- Feldman, M. P. (2000). Where Science Comes to Life: University Bioscience, Commercial Spin-offs, and Regional Economic Development. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, 2, 345-361.
- Feldman, M. P. (2000A). Location and Innovation: The New Economic Geography of Innovation, Spillovers, and Agglomeration. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 373-394). New York: Oxford University Press.
- Feldman, M. P. (2003). The Locational Dynamics of the US Biotech Industry: Knowledge Externalities and the Anchor Hypothesis. *Industry and Innovation*, 10 (3), 311-328.
- Feldman, M. P., & Audretsch, D. B. (1999). Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition. *European Economic Review*, 43, 409-429.
- Feldman, M. P., & Desrochers, P. (2003). Research Universities and Local Economic Development: Lessons from the History of the Johns Hopkins University. *Industry & Innovation*, 1, 5-24.
- Feldman, M. P., & Desrochers, P. (2004). Truth for its own sake: Academic culture and technology transfer at Johns Hopkins University. *Minerva*, 42, 105-126.
- Feldman, M. P., Francis, J., & Bercovitz, J. (2005). Creating a Cluster While Building a Firm: Entrepreneurs and the Formation of Industrial Clusters. *Regional Studies*, 39 (1), 129-141.
- Feldman, M. P., & Kelley, M. R. (2002). How States Augment the Capabilities of Technology-Pioneering Firms. *Growth and Change*, 33 (2), 173-195.
- Feldman, M. P., & Kelley, M. R. (2003). Leveraging Research and Development: Assessing the Impact of U. S. Advanced Technology Program. *Small Business Economics*, 20, 153-165.
- Feldman, M. P., & Kogler, D. F. (2010). Stylized Facts in the Geography of Innovation. In B. HALL, N. ROSENBERG, & (eds), *Handbook of Economics of Technical Change* (pp. 381-410). Oxford: Elsevier.
- Feldman, M., & Langford, S. (2021). Knowledge Spillovers Informed by Network Theory and Social Network Analysis. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 957-970). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Feldman, M. P., & Lowe, N. (2008). Consensus from Controversy: Cambridge's Biosafety Ordinance and the Anchoring of the Biotech Industry. *European Planning Studies*, 16 (3), 395-410.
- Feldman, M. P., & Martin, R. (2005). Constructing jurisdictional advantage. *Research Policy*, 34, 1235-1249.
- Feldman, M. P., & Ronzio, C. R. (2001). Closing the innovative loop: moving from the laboratory to the shop floor in biotechnology manufacturing. *Entrepreneurship & Regional Development*, 13, 1-16.
- Feldman, M. P., & Schreuder, Y. (1996). Initial Advantage: the Origins of the Geographic Concentration of the Pharmaceutical Industry in the Mid-Atlantic Region. *Industrial and Corporate Change*, 5 (3), 839-862.
- Fernandes, C., Farinha, L., Ferreira, J. J., Asheim, B., & Rutten, R. (2021). Regional innovation systems: what can we learn from 25 years of scientific achievements? *Regional Studies*, 55 (3), 377-389.
- Fernandes, R., Gama, R., & Barros, C. (2017). Redes de Inovação Territoriais na Região de Aveiro - Os Instrumentos de Apoio da Agência de Inovação (ADI). *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, 47, 95-114.
- Fernandes, R. G. (2004). *Dinâmicas Industriais, Inovação e Território: Abordagem Geográfica a partir do Centro Litoral de Portugal*. Coimbra: Fundação Clouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- Ferrão, J. (2002). Portugal, três geografias em recombinação: Espacialidades, mapas cognitivos e identidades territoriais. *Lusotopie*, 2, 151-158.
- Ferreira, J. J., Fayolle, A., Ratten, V., & Raposo, M. (2018). *Entrepreneurial Universities*. Edward Elgar Publishing.

- Fisher, D., Atkinson-Grosjean, J., & House, D. (2001). Changes in Academy/Industry/State Relations in Canada: The Creation and Development of the Networks of Excellence. *Minerva*, 39, 299-325.
- Fitjar, R. D., & Huber, F. (2014). Global pipelines for innovation: insights from the case of Norway. *Journal of Economic Geography*, 1-23.
- Fitjar, R. D., Huber, F., & Rodríguez-pose, A. (2015). Not too close, not too far. Towards an Empirical Test of the Goldilocks Principle of Non-Geographical Distance in Collaboration Networks for Innovation. *DRUID15* (pp. 1-20). Rome: DRUID Society.
- Fitjar, R. D., & Rodríguez-Pose, A. (2013). Firm collaboration and modes of innovation in Norway. *Research Policy*, 42, 128– 138.
- Fitjar, R. D., & Rodríguez-Pose, A. (2011). When local interaction does not suffice: sources of firm innovation in urban Norway. *Environment and Planning*, 43, 1248-1267.
- Florida, R. (1995). Towards the Learning Region. *Futurs*, 5, 527-536.
- Florida, R. (2002). *The Rise of The Creative Class an How it's Transforming Work, Leisure, Community, and Everyday Life*. New York: Basic Books.
- Florida, R. (2005). The World Is Spiky: Globalization Has Changed the Economic Playing Field, but Hasn't Leveled It. *The Atlantic*, October, 48–51.
- Fontes, M. (2001). Biotechnology Entrepreneurs and Technology Transfere in an Intermediate Economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 66, 59-74.
- Fontes, M. (2005a). The process of transformation of scientific and technological knowledge into economic value conducted by biotechnology spin-offs. *Technovation*, 25, 339-347.
- Fontes, M. (2005). Distant networking: The knowledge acquisition strategies of 'out-cluster' biotechnology firms. *European Planning Studies*, 13: 6, 899-920.
- Fontes, M. (2007a). Tehcnological Entrepreneurship and Capability Building in Biotechnology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 19: 3, 351-367.
- Fontes, M. (2007). Integração em redes transnacionais: uma via para o desenvolvimento de capacidades em biotecnologia industrial? In I. S. LANÇA, W. RODRIGUES, & S. MENDONÇA, *Inovação e Globalização: Estratégias para o desenvolvimento económico e territorial* (pp. 291-310). Porto: Campo das Letras.
- Fontes, M., & Coombs, R. (2001). Contribution of new technology-based firms to the strengthening of technological capabilities in intermediate economies. *Research Policy*, 30, 79-97.
- Fontes, M., & Novais, A. Q. (1998). The conditions for the development of a biotechnology industry in Portugal: the impact of country specific factors. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10: 4, 497-509.
- Fontes, M., Sousa, C. d., & Videira, P. (2009). Redes Sociais e Empreendedorismo em Biotecnologia. O processo de aglomeração em torno de núcleos de produção de conhecimento. *Finisterra*, XLIV, 88, 95-116.
- Freel, M. S. (2003). Sectoral patterns of small firm innovation networking and proximity. *Research Policy*, 32, 751-770.
- Freeman, C. (1988). Evolution, technology and institutions: a wider framework for economic analysis. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 9-37). London: Pinter Publishers Limited.
- Freeman, C. (1988a). Introduction. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 1-8). London: Pinter Publishers Limited.
- Freeman, C. (1988b). Japan: A national system of innovation? In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 330-348). London: Pinter Publishers Limited.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5-24.
- Freeman, C. (2002). Continental, national and sub-national innovation systems - complementary and economic growth. *Research Policy*, 31, 191-211.
- Freeman, C. (2010). Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation. In B.-A. Lundvall, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 173-192). London: Anthem Press.

- Freeman, C., & Perez, C. (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 38-66). London: Pinter Publishers Limited.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation* (3ª Edição ed.). London and New York: Routledge.
- Frenken, K., van Oort, F. v., & Verburg, T. (2007). Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth. *Regional Studies*, 41.5, 685-697.
- Friedman, T. L. (2006). *O Mundo é Plano. Uma História Breve do Século XXI* (6ª Edição ed.). Lisboa: Conjuntura Actual Editora, Lda.
- Fritsch, M. (2001). Co-operation in Regional Innovation Systems. *Regional Studies*, 35 (4), 297-307.
- Fritsch, M., & Kauffeld-Monz, M. (2010). The impact of network structure on knowledge transfer: an application of social network analysis in the context of regional innovation networks. *The Annals of Regional Science*, 44 (21).
- Fromhold-Eisebith, M. (2007). Bridging Scales in Innovation Policies: How to Link Regional, National and International Innovation Systems. *European Planning Studies*, 15 (2), 217-233.
- Fuenfschillinga, L., & Binz, C. (2018). Global socio-technical regimes. *Research Policy*, 47, 735-749.
- Füller, J., Bartl, M., Ernst, H., & Mühlbacher, H. (2006). Community based innovation: How to integrate members of virtual communities into new product development. *Electronic Commerce Research*, 6 (1), 57-73.
- Gallouj, F., & Savona, M. (2009). Innovation in services: a review of the debate and a research agenda. *Journal of Evolutionary Economics*, 19, 149-172.
- Gama, R., Barros, C., & Fernandes, R. (2018). Science Policy, R&D and Knowledge in Portugal: an Application of Social Network Analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 9, 329-358.
- Gama, R., Barros, C., David, R., & Fernandes, R. (2020). Especialização inteligente e redes de conhecimento. A Universidade de Coimbra num contexto de globalização. In M. P. LOGROÑO, T. S. MARQUES, & H. SANTOS (org.), *La Geografía de las Redes Económicas y la Geografía Económica en Rede*, (pp. 55-64). Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Asociación de Geógrafos Españoles.
- Ganguly, A., Talukdar, A., & Chatterjee, D. (2019). Evaluating the role of social capital, tacit knowledge sharing, knowledge quality and reciprocity in determining innovation capability of an organization. *Journal of Knowledge Management*, 23 (6), 1105-1135.
- Garcia, R., Calantone, R., & Levine, R. (2003). The Role of Knowledge in Resource Allocation to Exploration versus Exploitation in Technologically Oriented Organizations. *Decision Sciences*, 34 (2), 323-349.
- Gavrilescu, M., & Chisti, Y. (2005). Biotechnology - a sustainable alternative for chemical industry. *Biotechnology Advances*, 23, 471-499.
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research Policy*, 3, 897-920.
- Geels, F. W., Sareen, S., Hook, A., & Sovacool, B. K. (2021). Navigating implementation dilemmas in technology-forcing policies: A comparative analysis of accelerated smart meter diffusion in the Netherlands, UK, Norway, and Portugal (2000-2019). *Research Policy*, 50 (7), 104272.
- Gelsing, L. (2010). Innovation and the Development of Industrial Networks. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 119-132). London: Anthem Press.
- Gemünden, H. G., Ritter, T., & Heydebreck, P. (1996). Network configuration and innovation success: An empirical analysis in German high-tech industries. *International Journal of Research in Marketing*, 13 (5), 449-462.
- Gertler, M. S. (1995). "Being There": Proximity, Organization, and Culture in the Development and Adoption of Advanced Manufacturing Technologies. *Economic Geography*, 71 (1), 1-26.
- Gertler, M. S. (2001). Best Practice? Geography, learning and the institutional limits to strong convergence. *Journal of Economic Geography*, 1, 5-26.
- Gertler, M. S. (2003). Tacit knowledge and the economic geography of context, or The undefinable tacitness of being (there). *Journal of Economic Geography*, 3, 75-99.

- Gertler, M. S. (2004). *Manufacturing Culture The Institutional Geography of Industrial Practice*. Oxford and New York: Oxford University Press.
- Gertler, M. S., & Levitte, Y. M. (2005). Local Nodes in Global Networks: The Geography of Knowledge Flows in Biotechnology Innovation. *Industry and Innovation*, 12 (4), 487-507.
- Gertler, M. S. (2008). Buzz Without Being There? Communities of Practice in Context. In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 203-226). Oxford: Oxford University Press.
- Gertler, M. S., & Vinodrai, T. (2009). Life sciences and Regional Innovation: One Path or Many? *European Planning Studies*, 17 (2), 235-261.
- Gertler, M. S., & Wolfe, D. A. (2004). Ontario's regional innovation system: The evolution of knowledge-based institutional assets. In P. COOKE, M. HEIDENREICH, & H.-J. BRACZYK, *Regional Innovation Systems: the role of governance in a globalized world* (2nd ed., pp. 91-124). Abingdon: Routledge.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge: Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London: Sage Publications.
- Gilding, M. (2008). 'The tyranny of distance': Biotechnology networks and clusters in the antipodes. *Research Policy*, 37, 1132-1144.
- Gilding, M., Brennecke, J., Bunton, V., Lusher, D., Molloy, P. L., & Codoreanu, A. (2020). Network failure: Biotechnology firms, clusters and collaborations far from the world superclusters. *Research Policy*, 49 (2).
- Gilsing, V., & Nooteboom, B. (2005). Density and strength of ties in innovation networks: an analysis of multimedia and biotechnology. *European Management Review*, 2, 179-197.
- Gilsing, V., & Nooteboom, B. (2006). Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy*, 35, 1-23.
- Giuliani, E. (2011). Networks of innovation. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 155-166). Cheltenham: Edward Elgar.
- Giuliani, E., & Rabellotti, R. (2017). Italian industrial districts today: Between decline and openness to global value chains. In J. CANTWELL, D. MOWERY, V. De MARCHI, E. DI MARIA, & G. GEREFFI, *Local Clusters in Global Value Chains: Linking Actors and Territories Through Manufacturing and Innovation* (p. 244). London: Routledge.
- Glückler, J., & Doreian, P. (2016). Editorial: social network analysis and economic geography—positional, evolutionary and multi-level approaches. *Journal of Economic Geography*, 16 (6), 1123–1134.
- Glückler, J., & Panitz, R. (2021). Unleashing the potential of relational research: A meta-analysis of network studies in human geography. *Progress in Human Geography*, 45 (6), 1531-1557.
- Godin, B. (2006). The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology, Human Values*, 31 (6), 639-667.
- Gompers, P., & Lerner, J. (2001). The Venture Capital Revolution. *Journal of Economic Perspectives*, 15 (2), 145-168.
- Gong, H., & Hassink, R. (2020). Context sensitivity and economic-geographic (re)theorising. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 13 (3), 475–490.
- Grabher, G., & Ibert, O. (2014). Distance as asset? Knowledge collaboration in hybrid virtual communities. *Journal of Economic Geography*, 14, 97-123.
- Graham, S. J., & Mowery, D. C. (2006). The Use of Intellectual Property in Software: Implications for Open Innovation. In H. CHESBROUGH, W. VaANHAVERBEKE, & J. WEST, *Open Innovation Research a New Paradigm* (pp. 184-201). New York: Oxford University Press.
- Grandadam, D., Cohendet, P., & Simon, L. (2013). Places, Spaces and the Dynamics of Creativity: The Video Games Industry in Montreal. *Regional Studies*, 47 (10), 1701-1714.
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78 (6), 1360-1380.
- Granstrand, O. (2005). Innovation and Intellectual Property Rights. In J. FAGERBERGG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 266-290). New York: Oxford University Press.

- Greenacre, M. (2017). *Correspondence analysis in practice*. New York: Chapman and Hall/CRC.
- Greer, A. L. (1988). The State of the Art Versus the State of the Science. The Diffusion of New Medical Technologies into Practice. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 4, 5-26.
- Gregory, R. G. (1993). The Australian Innovation System. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 324-352). Oxford: Oxford University Press.
- Greve, H. R. (2007). Exploration and exploitation in production innovation. *Industrial and Corporate Change*, 16 (5), 945-975.
- Grillitsch, M., & Asheim, B. (2018). Place-based innovation policy for industrial diversification in regions. *European Planning Studies*, 26 (8), 1638-1662.
- Grillitsch, M., & Chaminade, C. (2018). Bridging the gap: citizenship diversity and global innovation networks in small and medium size companies. *European Planning Studies*, 26 (12), 2279-2303.
- Grillitsch, M., Martin, R., & Srholec, M. (2017). Knowledge Base Combinations and Innovation Performance in Swedish Regions. *Economic Geography*, 93 (5), 458-479.
- Grillitsch, M., & Trippel, M. (2014). Combining Knowledge from Different Sources, Channels and Geographical Scales. *European Planning Studies*, 22 (11), 2305-2325.
- Grove, A. (2019). Developing trust in face-to-face interaction of knowledge-intensive business services (KIBS). *Regional Studies*, 53 (5), 720-730.
- Guerreiro, C. S., Hartz, Z., Sambo, L., Conceição, C., Dussault, G., Russo, G., et al. (2017). Scientific Research Policy for Health in Portugal: II - Facts and Suggestions. *Acta Médica Portuguesa*, 30 (3), 233-242.
- Gui, Q., Liu, C., & Du, D. (2018). International Knowledge Flows and the Role of Proximity. *Growth and Change*, 49 (3), 532-547.
- Gupta, M. (2018). The innovation process from an idea to a final product: a review of the literature. *International Journal of Comparative Management*, 1 (4), 400-421.
- Haas, P. M. (1992). Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. *International Organization*, 46 (1), 1-35.
- Hackbart, M. M., & Anderson, D. A. (1975). On Measuring Economic Diversification. *Land Economics*, 51 (4), 374-378.
- Hakanson, L. (2010). The firms as an epistemic community: the knowledge-based view revisited. *Industrial and Corporate Change*, 19, 6, 1801-1828.
- Hall, B. H., & Rosenberg, N. (2010). Introduction to the Handbook. In B. H. Hall, & N. Rosenberg, *Handbook of The Economics of Innovation* (Vol. I, pp. 3-9). Amsterdam: Elsevier.
- Hani, M., & Dagnino, G.-B. (2020). Global network cooperation, firm innovation and value creation. *Journal of Business & Industrial Marketing*, ahead-of-print.
- Hansen, D. L., Shneiderman, B., & Smith, M. A. (2011). *Analysing Social Media Networks With NODEXL: Insights from a connected world*. Boston: Elsevier.
- Hansen, T. (2014). Juggling with proximity and distance: Collaborative innovation projects in the Danish cleantech industry. *Economic Geography*, 90 (4), 375-402.
- Hardeman, S., Frenken, K., Nomaler, Ö., & Ter Wal, A. L. (2015). Characterizing and comparing innovation systems by different 'modes' of knowledge production: A proximity approach. *Science and Public Policy*, 42 (4), 530-548.
- Harel, D., & Koren, Y. (2002). A Fast Multi-Scale Method for Drawing Large Graphs. *Journal of Graph Algorithms and Applications*, 6 (3), 179-202.
- Hart, N. (2009). External and internal economies. In G. BECATTINI, M. BELLANDI, & L. DE PROPRIIS, *A Handbook of Industrial Districts* (pp. 90-102). Cheltenham / Northampton: Edward Elgar.
- Harvey, D. (1989). *The limits to capital*. Oxford: Brasil Blackwell.
- Harvey, D. (2004). Space as a key word. *Paper for Marx and Philosophy Conference* (pp. 1-16). London: Institute of Education.
- Hassink, R. (2004). Regional innovation support in South Korea: The case of Gyeonggi. In P. COOKE, M. HEIDENREICH, & H.-J. BRACZYK, *Regional Innovation Systems: the role of governance in a globalized world* (second edition - reprinted 2009 ed., pp. 327-343). Abingdon: Routledge.

- Hassink, R., Isaksen, A. & Trippel, M. (2019) Towards a comprehensive understanding of new regional industrial path development, *Regional Studies*, 53: 1636–1645.
- Hayter, R. (2004). Economic Geography as Dissenting Institutionalism: The Embeddedness, Evolution and Differentiation of Tegions. *Geografiska Annaler*, 86 (B), 95-115.
- Health Cluster Portugal. (Maio de 2009). *HCP: Estratégia e Programa de Acção*. Obtido em 05 de Abril de 2011, de <http://healthportugal.com/Quem%20somos/documentos/eec-hcp-prog-accao-maio09-vsite.pdf>
- Henderson, J., Dicken, P., Hess, M., Coe, N., & Yeung, W.-C. (2002). Global production networks and the analysis of economic development. *Review of International Political Economy*, 9 (3), 436-464.
- Hicks, D., & Katz, J. S. (1996). Hospitals: the hidden research system. *Science and Public Policy*, 23 (5), 297-304.
- Hidalgo, C. A. (2021). Economic complexity theory and applications. *Nature Reviews Physics*, 3, pages92–113.
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, 10570–10575.
- Hirsch-Kreinsen, H., & Jacobson, D. (2008). *Innovation in Low-tech Firms and Industries*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.
- Hotz-Hart, B. (2000). Innovation Networks, Regions, and Globalization. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 432-450). New York: Oxford University Press.
- Hou, C.-M., & Gee, S. (1993). National Systems Supporting Technical Advance in Industry: The Case of Taiwan. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 384-413). Oxford: Oxford University Press.
- Howell, S. T. (2017). Financing Innovation: Evidence from R&D Grants. *American Economic Review*, 107 (4), 1136-1164.
- Howells, J. (2002). Tacit Knowledge, Innovation, and Economic Geography. *Urban Studies*, 39 (5-6), 871-884.
- Isaksen, A. (2011). Cluster evolution. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TÖDTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 293-302). Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.
- Isaksen, A. (2007). Clusters, innovation and the local learning paradox. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 7 (2-5), 366-384.
- Isaksen, A., & Trippel, M. (2017). Innovation in space: the mosaic of regional innovation patterns. *Oxford Review of Economic Policy*, 33 (1), 122–140.
- Jaffe, A. B. (1989). Real Effects of Academic Research. *The American Economic Review*, 79 (5), 957-970.
- Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (1996). Flows of knowledge from universities and federal laboratories: Modeling the flow of patent citations over time and across institutional and geographic boundaries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, 12671–12677.
- Jalonen, H., & Lehtonen, A. (2011). Uncertainty in the Innovation Process. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship* (p. 51). Academic Conferences International Limited.
- Jensen, M. B., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B.-A. (2007). Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, 36, 680-693.
- Johansson, B. (2021). Generation and Diffusion of Innovation. In M. M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Johnson, B. (2010). Institutional Learning. In B.-Å. LUNDVALL, *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 23-46). London/New York: Anthem Press.
- Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B.-A. (2002). Why all this fuss about codified and tacit knowledge? *Industrial and Corporate Change*, 11 (2), 245-262.
- Jones, B. W., Spigel, B., & Malecki, E. J. (2010). Blog links as pipelines to buzz elsewhere: the case of New York theater blogs. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37, 99-111.
- Jones, M. (2009). Phase space: geography, relational thinking, and beyond. *Progress in Human Geography*, 487-506.

- Jonkers, K., & Sachwald, F. (2018). The dual impact of 'excellent' research on science and innovation: the case of Europe. *Science and Public Policy*, 45 (2), 159–174.
- Kaiser, R., & Prange, H. (2004). The reconfiguration of National Innovation System - the example of German Biotechnology. *Research Policy*, 33, 395-408.
- Kang, D., Jang, W., Kim, Y., & Jeon, J. (2019). Comparing National Innovation System among the USA, Japan, and Finland to Improve Korean Deliberation Organization for National Science and Technology Policy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 5 , 4 (82).
- Karlsson, C., & Gråsjö, U. (2021). Knowledge Flows, Knowledge Externalities, and Regional Economic Development. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 929-956). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Katz, J. M., & Bercovich, N. A. (1993). National Systems of Innovation Supporting Technical Advance in Industry: The Case of Argentina. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 451-475). Oxford: Oxford University Press.
- Kaur, P., Nakai, G. P., & Kaur, N. (2021). Spatial Spillover of Product Innovation in the Manufacturing Sector: Evidence from India. *Journal of the Knowledge Economy*, In Press.
- Kawamorita, H., Salamzadeh, A., Demiryurek, K., & Ghajarzadeh, M. (2020). Entrepreneurial Universities in Times of Crisis: Case of Covid-19 Pandemic. *Journal of Entrepreneurship, Business and Economics*, 8 (1), 77–88.
- Keck, O. (1993). The National System of Technical Innovation in Germany. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 115-157). Oxford: Oxford University Press.
- Keeble, D., Lawson, C., Moore, B., & Wilkinson, F. (1999). Collective Learning Process, Networking and 'Institutional Thickness' in the Cambridge Region. *Regional Studies*, 33 (4), 319-332.
- Kekezi, O., & Klaesson, J. (2020). Agglomeration and innovation of knowledge intensive business services. *Industry and Innovation*, 27 (5), 538-561.
- Kerner, J. F. (2006). Knowledge Translation Versus Knowledge Integration: A "Funder's" Perspective. *The Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 26 (1), 72-80.
- Kesavan, P., & Dy, C. J. (2020). Impact of healthcare reform on technology and innovation. *Hand Clinics*, 36 (2), 255-262.
- Kim, C., Song, J., & Nerkar, A. (2012). Learning and innovation: Exploitation and exploration trade-offs. *Journal of Business Research*, 65, 1189-1194.
- Kim, L. (1993). National System of Industrial Innovation: Dynamics of Capability Building in Korea. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 357-383). Oxford: Oxford University Press.
- Kitagawa, F. (2010). Pooling Resources for Excellence and Relevance: An Evolution of Universities as Multi-Scalar Network Organizations. *Minerva* , 48, 169-187.
- Klahr, D. (2019). Learning Sciences Research and Pasteur's Quadrant. *Journal of the Learning Sciences*, 28 (2), 153-159.
- Kleinman, M. S., & Mold, J. W. (2009). Defining the Components of the Research Pipeline. *Clinical and Translational Science*, 2 (4), 312-314.
- Klepper, S. (1996). Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle. *The American Economic Review*, 86 (3), 562-583.
- Klepper, S. (1997). Industry Life Cycles. *Industrial and Corporate Change*, 6 (1), 145-182.
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. In R. LANDAU, & N. ROSENBERG, *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (pp. 275-305). Washington: National Academy Press.
- Knoben, J., & Oerlemans, L. (2006). Proximity and inter-organizational collaboration: A literature review. *International Journal of Management Reviews*, 8 (2), 71–89.
- Kon, A. A. (2008). The Clinical and Translational Science Award (CSTA) Consortium and the Translational Research Model. *The American Journal of Bioethics*, 8 (3), 58-60.
- Krugman, P. (1998). Space: The Final Frontier. *Journal of Economic Perspectives*, 12 (2), 161-174.
- Krugman, P. (2000). Where in the World is the 'New Economic Geography'? In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 49-60). Oxford: Oxford University Press.

- Kuhn, T. S. (1962 [1970]). *The Structure of the Scientific Revolutions* (Second Edition ed., Vol. II). Chicago: The University of Chicago Press.
- Legendijk, A. (2011). Regional innovation policy between theory and practice. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TÖDTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 597-608). Cheltenham: Edward Elgar.
- Lakhani, K. R., & von Hippel, E. (2003). How open source software works: “free” user-to-user assistance. *Research Policy*, 32 (6), 923–943.
- Lam, A. (2005). Organizational Innovation. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 115-147). New York: Oxford University Press.
- Lança, I. S. (2007). Os países intermédios na encruzilhada: globalização, sociedade do conhecimento e suas consequências. In I. S. LANÇA, W. RODRIGUES, & S. MENDONÇA, *Inovação e Globalização: Estratégias para o desenvolvimento económico e territorial* (pp. 61-82). Porto: Campo das Letras.
- Lander, B., & Atkinson-Grosjean, J. (2011). Translational science and the hidden research system in universities and academic hospitals: A case study. *Social Science & Medicine*, 72, 537-544.
- Lars, C., Moodysson, J., Ryan, C., Asheim, B., & Philips, P. (2005). Knowledge Bases and Spatial Patterns of Collaboration: Comparing the Pharma and Agro-food Bioregions Scania and Saskatoon. *CIRCLE Electronic Working Papers Series*, 12.
- Lauvås, T., & Steinmo, M. (2021). The role of proximity dimensions and mutual commitment in shaping the performance of university-industry research centres. *Innovation*, 23 (2), 182-208.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning Legitimate Peripheral Participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lavie, D., Stettner, U., & Tushman, M. L. (2010). Exploration and Exploitation Within and Across Organizations. *The Academy of Management Annals*, 4 (1), 109-155.
- Lawson, C., & Lorenz, E. (1999). Collective Learning, Tacit Knowledge, and Regional Innovative Capacity. *Regional Studies*, 33 (4), 305-317.
- Lazaric, N., & Thomas, C. (2006). The coordination and codification of knowledge inside a network, or the building of an epistemic community: the Telecom Valley case study. In W. DOLFSMA, & L. SOETE, *Understanding the Dynamics of a Knowledge Economy* (pp. 129-156). Cheltenham / Northampton: Edward Elgar.
- Lazonick, W. (2005). The Innovative Firm. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 30-55). New York: Oxford University Press.
- Lechner, C., & Dowling, M. (1999). The Evolution of Industrial Districts and Regional Networks: The Case of the Biotechnology Region Munich/Martinsried. *Journal of Management and Governance*, 3, 309-338.
- Lee, P. (2020). Tacit knowledge and university-industry technology transfer. In J. H. ROOKSBY, *Research Handbook on Intellectual Property and Technology Transfer* (pp. 214–235). Cheltenham, Northampton: Edward Elgar.
- Lemola, T. (2002). Convergence of national science and technology policies: the case of Finland. *Research Policy*, 31, 1481-1490.
- Lenfant, C. (2003). Clinical Research to Clinical Practice - Lost in Translation. *The New England Journal of Medicine*, 349 (9), 868-874.
- Lennerts, S., Schulze, A., & Tomczak, T. (2020). The asymmetric effects of exploitation and exploration on radical and incremental innovation performance: An uneven affair. *European Management Journal*, 38 (1), 121-134.
- Leung, R. C. (2013). Networks as sponges: International collaboration for developing nanomedicine in China. *Research Policy*, 42, 211-219.
- Levinthal, D. A., & March, J. G. (1993). The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 14 (S2), 95-112.
- Leydesdorff, L. (2000). The triple helix: an evolutionary model of innovations. *Research Policy*, 29, 243-255.
- Leydesdorff, L. (2001). Knowledge-Base Innovation Systems and the Model of Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Paper presented at the 13th Annual Meeting of the Society for the Advancement of Socio-Economics (SASE)*. Amsterdam (29 June).

- Leydesdorff, L. (2005). The Triple Helix Model and the Study of Knowledge-based innovation systems. *International Journal of Contemporary Sociology*, 42 (1), 1-16.
- Leydesdorff, L. (2012). The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy? *Journal of the Knowledge Economy*, 3 (1), 25–35.
- Leydesdorff, L., & Curran, M. (2000). Mapping University-Industry-Government Relations on the Internet: The Construction of Indicators for a Knowledge-Base Economy. *International Journal of Scientometrics, Infometrics and Bibliometrics*, 4 (1), 1-17.
- Leydesdorff, L., Dolfsma, W., & Panne, G. V. (2006). Measuring the knowledge base of an economy in terms of triple-helix relations among 'technology, organization, and territory. *Research Policy*, 35, 181-199.
- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1998). The Triple Helix as a Model for Innovation Studies. *Science & Public Policy*, 25 (3), 195-203.
- Leydesdorff, L., & Fritsch, M. (2006). Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of Triple Helix dynamics. *Research Policy*, 35, 1538-1553.
- Leydesdorff, L., & Meyer, M. (2003). The triple helix of university-industry-government relations. *Scientometrics*, 58 (2), 191-203.
- Leydesdorff, L., & Meyer, M. (2006). Triple Helix indicators of knowledge-based innovation systems Introduction to the special issue. *Research Policy*, 35, 1441-1449.
- Li, X., Li, J., & Wu, X. (2019). University Spillovers, Spatial Distance, and Firm Innovation: Evidence at Chinese Listed Firms. *Emerging Markets Finance and Trade*, 56 (7), 1504-1519.
- Lichtenberg, F. R. (2006). Pharmaceutical innovation as a process of creative destruction. In M. MAZZUCATO, & G. DOSI, *Knowledge Accumulation and Industry Evolution. The Case of Pharma-Biotech* (pp. 21-72). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lissoni, F. (2001). Knowledge codification and the geography of innovation: the case of Brescia mechanical cluster. *Research Policy*, 30, 1479-1500.
- List, F. (1856). *National System of Political Economy*. Philadelphia: J. B. Lippincott & Co.
- Liu, J., Chaminade, C., & Asheim, B. (2013). The Geography and Structure of Global Innovation Networks: A Knowledge Base Perspective. *European Planning Studies*, 21 (9), 1456-1473.
- Liu, X., & Buck, T. (2007). Innovation performance and channels for international technology spillovers: Evidence from Chinese high-tech industries. *Research Policy*, 36 (3), 355–366.
- Liu, Y., Shao, X., Tang, M., & Lan, H. (2021). Spatio-temporal evolution of green innovation network and its multidimensional proximity analysis: Empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 283.
- Lorentzen, A. (2008). Knowledge networks in local and global space. *Entrepreneurship & Regional Development*, 20 (6), 533-545.
- Lundquist, K.-J., & Trippel, M. (2013). Distance, Proximity and Types of Cross-border Innovation Systems. *Regional Studies*, 47 (3), 450-460.
- Lundvall, B.-A. (1985). Product Innovation and User-Producer Interaction. *Industrial Development Research Series - Aalborg University Press*, 31, 1-39.
- Lundvall, B.-A. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer to the national system of innovation. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 349-369). London: Pinter Publishers Limited.
- Lundvall, B.-A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. (B.-A. LUNDVALL, Ed.) London: Pinter Publishers.
- Lundvall, B.-A. (1996). The Social Dimension of the Learning Economy. *DRUID Working Paper* (1).
- Lundvall, B.-A. (1998). Why study national systems and national styles of innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10 (4), 403-422.
- Lundvall, B.-A. (1999). Extending and Deepening the Analyses of Innovation Systems - With Empirical Illustrations from the DISCO-Project. *DRUID Working Paper* (12).
- Lundvall, B.-A. (2002). The University in the Learning Economy. *DRUID Working Paper* (6).
- Lundvall, B.-A. (2004). Why the New Economy is a Learning Economy. *DRUID Working Paper* (1).
- Lundvall, B.-A. (2006). Knowledge Management in the Learning Economy. *DRUID Working Papers*, 6.

- Lundvall, B.-A. (2007). National Innovation Systems - Analytical Concept and Development Tool. *Industry & Innovation*, 14 (1), 95-119.
- Lundvall, B.-A. (2010). Post Script: Innovation System Research - Where it Came From and Where it Might Go. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 317-349). London: Anthem Press.
- Lundvall, B.-A. (2010a). Introduction. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 1-19). London: Anthem Press.
- Lundvall, B.-A. (2010b). User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 47-70). London: Anthem Press.
- Lundvall, B.-A. (2010c). Institutional Learning. In B.-A. LUNDVALL, *National Systems of Innovation Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 23-45). London: Anthem Press.
- Lundvall, B.-A., & Borrás, S. (2005). Science, Thecnology, and Innovation Policy. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 599-631). New York: Oxford University Press.
- Lundvall, B.-A., & Johnson, B. (1994). The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1 (2), 23-42.
- Lundvall, B.-A., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31, 213-231.
- Lundvall, B.-A., & Maskell, P. (2000). Nation States and Economic Development: From National Systems of Production to National Systems of Knowledge Creation and Learning. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 353-372). New York: Oxford University Press.
- Machado, N. M. (2012). Karl Polanyi e o "Grande Debate" entre substantivistas e formalistas na antropologia econômica. *Economia e Sociedade*, 21 (1), 165-195.
- Mackinnon, D., Cumbers, A., & Chapman, K. (2002). Learning, innovation and regional development: a critical appraisal of recent debates. *Progress in Human Geography*, 26 (3), 293-311.
- Maillat, D., Quévit, M., & Senn, L. (1993). Réseaux d'innovation et milieux innovateurs. In D. Maillat, M. Quévit, & L. Senn, *Réseaux d'innovation et milieux innovateurs: un pari pour le développement régional* (pp. 5-15). Neuchâtel: GREMI/EDES.
- Makkonen, T., & Rohde, S. (2016). Cross-border regional innovation systems: conceptual background, empirical evidence and policy implications. *European Planning Studies*, 24 (9), 1623-1642.
- Malecki, E. J. (2010). Everywhere? The Geography of Knowledge. *Journal of Regional Science*, 50 (1), 493-513.
- Malecki, E. J. (2021). The Geography of Innovation. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 819-834). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Malerba, F. (1993). The National System of Innovation: Italy. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 230-264). Oxford: Oxford University Press.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31, 247-264.
- Malerba, F. (2004). Sectoral systems of innovation: basic concepts. In F. MALERBA, *Sectoral Systems of Innovation* (pp. 9-41). Cambridge: Cambridge University Press.
- Malerba, F. (2004a). *Sectoral Systems of Innovation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Malerba, F. (2005). Sectoral Systems of Innovation: A Framework for Linking Innovation to the Knowledge Base, Structure and Dynamics of Sectors. *Economics in Innovation and New Technology*, 14 (1), 63-82.
- Malerba, F. (2005a). Sectoral Systems: How and Why Innovation Differs Across Sectors. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 380-406). New York: Oxford University Press.
- Malerba, F. (2006). Innovation and the evolution of industries. *Journal of Evolutionary Economics*, 16, 3-23.
- Malik, A., Sharma, P., Pereira, V., & Temouri, Y. (2021). From regional innovation systems to global innovation hubs: Evidence of a Quadruple Helix from an emerging economy. *Journal of Business Research*, 128, 587-598.
- Malmberg, A., & Maskell, P. (2006). Localized Learning Revisited. *Growth and Change*, 37 (1), 1-18.

- Malmberg, A., & Power, D. (2005). (How) Do (Firms in) Clusters Create Knowledge? *Industry & Innovation*, 12 (4), 409-431.
- Maloney, W. F. (2017). Revisiting the National Innovation System in Developing Countries. *World Bank Policy Research Working Paper Series*, 8219, 31.
- Mankoff, S. P., Brander, C., Ferrone, S., & Marincola, F. M. (2004). Lost in Translation: Obstacles to Translational Medicine. *Journal of Translational Medicine*, 2 (1), 14-19.
- Manniche, J., Moodysson, J., & Testa, S. (2017). Combinatorial Knowledge Bases: An Integrative and Dynamic Approach to Innovation Studies. *Economic Geography*, 93 (5), 480-499.
- March, J. G. (1991). Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2 (1), 71-87.
- Marques, F., Caraça, J., & Diz, H. (2006). How can university-industry-government interactions change the innovation scenario in Portugal? - the case of the University of Coimbra. *Technovation*, 26, 63-82.
- Marques, T. S. (2004). *Portugal na Transição do Século: Retatos e Dinâmicas Territoriais*. Santa Maria da Feira: Afrontamento.
- Marques, T., & Santos, H. (2013). Lugares e redes de inovação na área metropolitana do. *Geografia: Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto*, 2 (III), 203-225.
- Marques, T. S., Santos, H., & Ribeiro, P. (2015). Exploração das Redes Ancoradas no Arco Metropolitano de Lisboa. In J. M. RIBEIRO, F. MOURA, & J. CHORINCAS, *Uma Metrópole para o Atlântico* (pp. 564-590). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Marques, T. S., Santos, H., & Ribeiro, P. (2016). Redes de Inovação Económica Ancoradas na Região Centro (2007-2015). In F. J. RIBEIRO, F. MOURA, & J. CHORINCAS, *Portugal no Centro* (pp. 464-501). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Marques, T. S., Santos, H., & Ribeiro, P. (2020). Redes de inovação no ecossistema da Região Centro de Portugal. In M. P. LOGROÑO, T. S. MARQUES, & H. SANTOS, *La Geografía de las Redes Económicas Y la Geografía Económica en Red* (pp. 141-150). Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Asociación de Geógrafos Españoles.
- Marshall, A. (1920). *Principles of Economics* (8 ed.). London: Macmillan and Co., Ltd. Library of Economics and Liberty [Online] available from <http://www.econlib.org/library/Marshall/marP2.html>; 2013, accessed 1 February; Internet.
- Martin, P., Brown, N., & Kraft, A. (2008). From Bedside to Bench? Communities of Promise, Translational Research and the Making of Blood Stem Cells. *Science as Culture*, 17 (1), 29-41.
- Martin, R. (2010). Roepke Lecture in Economic Geography—Rethinking Regional Path Dependence: Beyond Lock-in to Evolution. *Economic Geography*, 86 (1), 1-27.
- Martin, R. (2011). Regional economies as path-dependent systems: some issues and implications. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TÖDTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 198-210). Cheltenham: Edward Elgar.
- Martin, R., Aslesen, H. W., Grillitsch, M., & Herstad, S. J. (2018). Regional Innovation Systems and Global Flows of Knowledge. In A. ISAKSEN, R. MARTIN, & M. TRIPPL, *New Avenues for Regional Innovation Systems - Theoretical Advances, Empirical Cases and Policy Lessons*. Cham: Springer.
- Martin, R., & Simmie, J. (2008). Path dependence and local innovation systems in city-regions. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 10 (2-3), 183-196.
- Martin, R., & Sunley, P. (2007). Complexity thinking and evolutionary economic geography. *Journal of Economic Geography*, 7 (5), 573-601.
- Martin, R., & Sunley, P. (2006). Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography*, 6 (4), 395-437.
- Martin, R., & Sunley, P. (2010). The Place of Path Dependence in an Evolutionary Perspective on the Economic Landscape. In R. BOSCHMA, & R. MARTIN, *Handbook of Evolutionary Economic Geography* (pp. 62-92). Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.
- Martin, R., & Sunley, P. (2011). Conceptualizing Cluster Evolution: Beyond the Life Cycle Model? *Regional Studies*, 45 (10), 1299-1318.
- Maskell, P. (2005). Towards a Knowledge-Based Theory of The Geographical Cluster. In S. BRESCHI, & F. MALERBA, *Clusters, Networks, and Innovation* (pp. 411-432). New York: Oxford University Press.

- Maskell, P. (2014). Accessing remote knowledge - the roles of trade fairs, pipelines, crowdsourcing and listening posts. *Journal of Economic Geography*, 1-20.
- Maskell, P., Bathelt, H., & Malmberg, A. (2006). Building global knowledge pipelines: The role of temporary clusters. *European Planning Studies*, 14 (4), 997-1013.
- Maskell, P., & Malmberg, A. (1999). Localised Learning and industrial competitiveness. *Cambridge Journal of Economics*, 23, 167-185.
- Massey, D. (1995). *Spatial division of labour: social structures and the geography of production* (2nd ed.). New York: Routledge.
- Massey, D. (2005). *For space*. London: Sage.
- Massey, D. (2007). *World City*. Cambridge: Polity Press.
- Massey, D., & collective, w. t. (1999). Issues and Debates. In D. Massey, J. Allen, & P. Sarre, *Human Geography Today* (pp. 3-21). Cambridge: Polity Press.
- Mateos-Garcia, J., & Steinmueller, W. E. (2008). Open, But How Much? Growth, Conflict, and Institutional Evolution in Open-Source Communities. In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 254-282). Oxford: Oxford University Press.
- Mather, C., Fleising, U., & Taylor, L. (2004). Translating Knowledge from Bench to Bedside: The Controversial Social Life of t-PA. *Risk Management: An International Journal*, 62, 49-60.
- Mcfetridge, D. G. (1993). The Canadian System of Industrial Innovation. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 299-323). Oxford: Oxford University Press.
- Mcnamara, P., & Baden-Fuller, C. (1999). Lessons from the Celltech Case: Balancing Knowledge Exploration and Exploitation in Organizational Renewal. *British Journal of Management*, 10, 291-307.
- Mehta, M. D., & Gair, J. J. (2001). Social, political, legal and ethical areas of inquiry in biotechnology and genetic engineering. *Technology in Society*, 23, 241-264.
- Méndez, R. (2007). Inovação Localizada e eficiência coletiva: do Território como Suporte ao Território como Recurso para o Desenvolvimento. In M. L. MACIEL, S. ALBAGLI, & (orgs.), *Informação e Desenvolvimento: Conhecimento, Inovação e Apropriação Social* (pp. 247-269). Brasília: UNESCO/IBICT.
- Menzel, M.-P., & Fornahl, D. (2009). Cluster life cycles - dimensions and rationales of cluster evolution. *Industrial and Corporate Change*, 19 (1), 205-238.
- Mervis, J. (2005). The Hunt for New Drug: Five Views From the Inside. *Science*, 309, 722-725.
- Mitze, T., & Strotebeck, F. (2019). Determining factors of interregional research collaboration in Germany's biotech network: Capacity, proximity, policy? *Technovation*, 80-81, 40-53.
- Mizruchi, M. S. (1993). Cohesion, equivalence, and similarity of behavior: a theoretical and empirical assessment. *Social Networks*, 15, 275-307.
- Mohnen, M. (2021). Stars and Brokers: Knowledge Spillovers Among Medical Scientists. *Management Science*, Ahead of Print.
- Mokyr, J. (2010). The Contribution of Economic History to the Study of Innovation and Technical Change: 1750–1914. In B. H. Hall, & N. Rosenberg, *Handbook of the Economics of innovation* (Vol. I, pp. 11-50). Amsterdam: Elsevier.
- Moodysson, J. (2008). Principles and Practices of Knowledge Creation: On the Organization of "Buzz" and "Pipelines" in Life Science Communities. *Economic Geography*, 84 (4), 449-469.
- Moodysson, J., Coenen, L., & Asheim, B. (2008). Explaining spatial patterns of innovation: analytical and synthetic modes of knowledge creation in the Medicin Valley life-science cluster. *Environment and Planning A*, 40, 1040-1056.
- Morgan, K. (1997). The Learning Region: Institutions, Innovation and Regional Renewal. *Regional Studies*, 31 (5), 491-503.
- Morgan, K. (2004). The exaggerated death of geography: learning, proximity and territorial innovation systems. *Journal of Economic Geography*, 4, 3-21.
- Moulaert, F., & Sekia, F. (2003). Territorial Innovation Models: A Critical Survey. *Regional Studies*, 37 (3), 289-302.
- Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1993). The U. S. National Innovation System. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 29-75). New York: Oxford University Press.

- Mowery, D. C., & Sampat, B. N. (2005). Universities in National Innovation Systems. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 209-239). New York: Oxford University Press.
- Mudambi, R., Mudambi, S. M., Mukherjee, D., & Scalera, V. G. (2017). Global connectivity and the evolution of industrial clusters: From tires to polymers in Northeast Ohio. *Industrial Marketing Management*, 61, 20-29.
- Muller, P. (2006). Reputation, leadership and communities of practice: the case of open source software development. In W. DOLFSMA, & L. SOETE, *Understanding the Dynamics of a Knowledge Economy* (pp. 77-101). Cheltenham / Northampton: Edward Elgar.
- Neilson, J., Pritchard, B., & Yeung, H. W.-c. (2014). Global value chains and global production networks in the changing international political economy: An introduction. *Review of International Political Economy*, 21 (1), 1-8.
- Nelson, R. R. (1988). Institutions supporting technical change in the United States. In G. DOSI, C. FREEMAN, R. NELSON, G. SILVERBER, & L. SOETE, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 312-329). London: Pinter Publishers Limited.
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation System: A Comparative analysis*. In R. R. NELSON, (Ed.) Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R., & Nelson, K. (2002). Technology, institutions, and innovation systems. *Research Policy*, 31, 265-272.
- Nelson, R. R., & Rosenberg, N. (1993). Technical Innovation and National Systems. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analysis* (pp. 3-21). Oxford: Oxford University Press.
- Neuländtner, M., & Scherngell, T. (2020). Geographical or relational: What drives technology-specific R&D collaboration networks? *Annals of Regional Science*, 743-773.
- Nightingale, P., & Mahdi, S. (2006). The evolution of pharmaceutical innovation. In M. MAZZUCATO, & G. DOSI, *Knowledge Accumulation and Industry Evolution The Case of Pharma-Biotech* (pp. 73-111). Cambridge: Cambridge University Press.
- Niosi, J. (2000). Science-based industries: a new Schumpeterian taxonomy. *Technology in Society*, 22, 429-444.
- Niosi, J., & Banik, M. (2005). The evolution and performance of biotechnology regional systems of innovation. *Cambridge Journal of Economics*, 29, 343-357.
- Niosi, J., & Bas, T. G. (2001). The Competencies of Regions - Canada's Clusters in Biotechnology. *Small Business Economics*, 17, 31-42.
- Nonaka, I. (2004). A Empresa Criadora de Conhecimento. In H. TAKEUCHI, & I. NONAKA, *Gestão do Conhecimento* (pp. 39-53). São Paulo: Artmed Editora S.A.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (2004). Teoria da Criação do Conhecimento Organizacional. In H. TAKEUCHI, & I. NONAKA, *Gestão do Conhecimento* (pp. 54-90). São Paulo: Artmed Editora S.A.
- Nonaka, I., Umemoto, K., & Senoo, D. (1996). From Information Processing to Knowledge Creation: A Paradigma Shift in Business Management. *Technology in Society*, 18 (2), 203-218.
- Nooteboom, B. (2000). *Learning and Innovation in Organizations and Economies*. Oxford: Oxford University Press.
- Nooteboom, B. (2005). Entrepreneurial roles along a cycle of discovery. *Tilburg University - Center and Faculty of Economics and Business Administration, Discussion Paper No. 2005-43*, 1-25.
- Nooteboom, B. (2008). Cognitive Distance in and Between Communities of Practice and Firms: Where Do Exploitation and Exploration Take Place, and How Are They Connected? In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 123-147). Oxford: Oxford University Press.
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2003). 'Mode 2' Revisited: The New Production of Knowledge. *Minerva*, 41, 179-194.
- O'Brien, R. (1992). *Global Financial Integration: the end of geography*. New York: Royal Institute of International Affairs.
- OCDE. (1996). *The Knowledge-based Economy*. Paris: OCDE.
- OCDE. (1997). *National Innovation Systems*. Paris: OCDE.

- OCDE/EUROSTAT. (1997). *Oslo Manual. The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data* (Second Edition ed.). Paris: OCDE/European Communities.
- OCDE, & EUROSTAT. (2005). *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data* (Third Edition ed.). Paris: OCDE/European communities.
- Odagiri, H., & Goto, A. (1993). The Japanese System of Innovation: Past, Present, and Future. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 76-114). Oxford: Oxford University Press.
- Oliveira, L. (2007). Como constrir a sociedade do conhecimento em Portugal? Lições de um estudo europeu sobre a indústria farmacêutica. In I. S. LANÇA, W. RODRIGUES, & S. MENDONÇA, *Inovação e Globalização: Estratégias para o desenvolvimento económico e territorial* (pp. 311-331). Porto: Campo das Letras.
- Oliveira, P., & von Hippel, E. (2011). Users as service innovators: The case of banking services. *Research Policy*, 40 (6), 806–818.
- Orsenigo, L., Dosi, G., & Mazzucato, M. (2006). The dynamics of knowledge accumulation, regulation, and appropriability in the pharma-biotech sector: policy issues. In M. MAZZUCATO, & G. DOSI, *Knowledge Accumulation and Industry Evolution The Case of Pharma-Biotech* (pp. 402-431). Cambridge: Cambridge University Press.
- O'Sullivan, M. (2005). Finance and Innovation. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 240-265). New York: Oxford University Press.
- Ottati, G. D. (2018). Marshallian Industrial Districts in Italy: the end of a model or adaptation to the global economy? *Cambridge Journal of Economics*, 42, 259–284.
- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2003). The expanding role of university patenting in the life sciences: assessing the importance of experience and connectivity. *Research Policy*, 32, 1695-1711.
- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2004). Carrières et contradictions en sciences de la vie: Réponses du corps académique aux transformations de la connaissance et de ses utilisations. *Sociologie du Travail*, 46, 347-377.
- Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2004a). Knowledge Networks as Channels and Conduits: The Effects of Spillovers in the Boston Biotechnology Community. *Organization Science*, 15 (1), 5-21.
- Owen-Smith, J., Riccaboni, M., Pammolli, F., & Powell, W. (2002). A Comparison of U.S. and European University-Industry Relations in the Life Sciences. *Management Science*, 48 (1), 24-43.
- Paasi, A. (2004). Place and region: looking through the prism of scale. *Progress in Human Geography*, 28 (4), 536–546.
- Paasi, A. (2009). The resurgence of the 'Region' and 'Regional Identity': theoretical and empirical observations on regional dynamics in Europe. *Review of International Studies*, 35, 121-146.
- Parrilli, M. D., & Herasb, H. (2016). STI andDUIinnovationmodes:Scientific-technologicaland context-specific nuances. *ResearchPolicy*, 45, 747–756.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13 (6), 343–373.
- Pavitt, K. (1998). The social shaping of the national science base. *Research Policy*, 27, 793-805.
- Pavitt, K. (2005). Innovation Process. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of innovation* (pp. 86-114). Oxford/New York: Oxford university press.
- Peltoniemi, M. (2011). Reviewing Industry Life-cycle Theory: Avenues for Future Research. *International Journal of Management Reviews*, 13 (4), 349–375.
- Pereira, T. S. (2004). Processos de governação da ciência: O debate em torno do modelo de financiamento das unidades de investigação em Portugal. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 70, 5-32.
- Perri, A., Scalera, V. G., & Mudambi, R. (2017). What are the most promising conduits for foreign knowledge inflows? innovation networks in the Chinese pharmaceutical industry. *Industrial and Corporate Change*, 26 (2), 333–355.
- Phene, A., Fladmoe-Lindquist, K., & Marsh, L. (2006). Breakthrough innovations in the U. S. biotechnology space: the effects of technological space and geographic origin. *Strategic Management Journal*, 27, 369-388.

- Philp, J., & Winickoff, D. E. (2017). Clusters in Industrial Biotechnology and Bioeconomy: The Roles of the Public Sector. *Trends in Biotechnology*, 35 (8), 682-686.
- Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2011). Global Value Chains Meet Innovation Systems: Are There Learning Opportunities for Developing Countries? *World Development*, 39 (7), 1261–1269.
- Pinheiro, F. L., Hartmann, D., Boschma, R., & Hidalgo, C. A. (2021). The time and frequency of unrelated diversification. *Research Policy*, *In Press*, 104323.
- Plecher, M., & Chaminade, C. (2016). Spatial distribution of innovation networks, technological competencies and degree of novelty in emerging economy firms. *European Planning Studies*, 24 (6), 1056-1078.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Porter, M. E. (1990). *A Vantagem Competitiva das Nações* (13ª ed.). Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.
- Porter, M. E. (1994). *Construir as vantagens competitivas de Portugal* (1ª ed.). Lisboa: Forum para a Competitividade.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the New Economics of Competition. *Harvard Business Review*, 77-90.
- Porter, M. E. (1995). The Competitive Advantage of the Inner City. *Harvard Business Review*, May-June, 55-71.
- Porter, M. E. (2000). Locations, Clusters, and Company Strategy. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 253-291). New York: Oxford University Press.
- Porter, M. E., & Ketels, C. (2009). Clusters and industrial districts: Common roots, different perspectives. In G. BECATTINI, M. BELLANDI, & L. DE PROPRIIS, *A Handbook of Industrial Districts* (pp. 172-183). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Powell, W. W., & Grodal, S. (2005). Networks of Innovators. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 56-85). New York: Oxford University Press.
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41 (1), 116-145.
- Powell, W. W., Koput, K. W., Bowie, J. I., & Smith-Doerr, L. (2002). The Spatial Clustering of Science and Capital: Accounting for Biothec Firms-Venture Capital Relationships. *Regional Studies*, 36 (3), 291-305.
- Powell, W. W., & Owen-Smith, J. (1998). Universities and the Market for Intellectual Property in the Life Sciences. *Journal of Policy Analysis and Management*, 17 (2), 253-277.
- Proksch, D., Busch-Casler, J., Haberstroh, M. M., & Pinkwart, A. (2019). National health innovation systems: Clustering the OECD countries by innovative output in healthcare using a multi indicator approach. *Research Policy*, 48 (1), 169-179.
- Quérel, M. (2003). Knowledge Dynamics: Biotechnology's Incursion into Pharmaceutical Industry. *Industry & Innovation*, 10, 255-273.
- Rallet, A., & Torre, A. (2000). Is geographical proximity necessary in the innovation networks in the era of global economy? *GeoJournal*, 40, 373-380.
- Ramírez-Pasillas, M. (2008). Resituating Proximity and Knowledge Cross-fertilization in Clusters by Means of International Trade Fairs. *European Planning Studies*, 16 (5), 643-663.
- Ramlogan, R., Mina, A., Tampubolon, G., & Metcalfe, S. J. (2007). Networks of knowledge: The distributed nature of medical innovation. *Scientometrics*, 70 (2), 459-489.
- Ramos, C., Roseira, C., Brito, C., Henneberg, S. C., & Naudé, P. (2013). Business service networks and their process of emergence: The case of the Health Cluster Portugal. *Industrial Marketing Management*, 42 (6), 950–968.
- Rodríguez-Pose, A. (2021). Costs, incentives, and institutions in bridging evolutionary economic geography and global production networks. *Regional Studies*, 55 (6), 1011-1014.
- Rodríguez-Pose, A., & Fitjar, R. D. (2013). Buzz, Archipelago Economies and the Future of Intermediate and Peripheral Areas in a Spiky World. *European Planning Studies*, 21 (3), 355-372.
- Roesler, C., & Broekel, T. (2017). The role of universities in a network of subsidized R&D collaboration: The case of the biotechnology-industry in Germany. *Review of Regional Research*, 37, 135–160.

- Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. New York: Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1998). Uncertainty and Technological Change. In D. NEEF, G. A. SIESFELD, & J. CEFOLA, *The Economic Impact of Knowledge* (pp. 17-34). Boston: Butterworth-Heinemann.
- Rothaermel, F. T., & Deeds, D. L. (2004). Exploration and Exploitation Alliances in Biotechnology: A System of New Product Development. *Strategic Management Journal*, 25, 201-221.
- Saidi, T., Thune, T. M., & Bugge, M. (2021). Making 'hidden innovation' visible? A case study of an innovation management system in health care. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33 (7), 729-741.
- Salavisa, I., Sousa, C., & Fontes, M. (2012). Topologies of innovation networks in knowledge-intensive sectors: Sectoral differences in the access to knowledge and complementary assets through formal and informal ties. *Technovation*, 32 (6), 380-399.
- Saliola, F., & Zanfei, A. (2009). Multinational firms, global value chains and the organization of knowledge transfer. *Research Policy*, 38 (2), 369-381.
- Santamaría, L., Nieto, M. J., & Rodríguez, A. (2021). Failed and successful innovations: The role of geographic proximity and international diversity of partners in technological collaboration. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120575.
- Santos, H. (2013). Uma visão multidimensional dinâmica da produção do conhecimento dirigido à inovação económica e o espaço dos lugares e dos fluxos das redes. *Geografia : Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto*, 2, 145-177.
- Santos, H., Cavaleiro, C., & Marques, T. (2010). Health Cluster Portugal: origem e caracterização. *Cadernos Curso de Doutoramento em Geografia*, 131-162.
- Santos, H., & Marques, T. S. (2013). Lugares e redes de conhecimento na área metropolitana do Porto. *Geografia: Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto*, 2 (III), 179-202.
- Santos, H. F., & Marques, T. S. (2012). Podemos ambicionar um 'megacentro de biociências'? Uma análise comparativa centrada no Health Cluster Portugal. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, 2, 245-278.
- Santos, H., Marques, T. S., & Ribeiro, P. (2017). Os Hospitais na Geografia das Redes de Inovação em Saúde. *XI Congresso da Geografia Portuguesa: As dimensões e a responsabilidade social da Geografia* (pp. 351-356). Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Associação Portuguesa de Geógrafos.
- Sawhney, M., Verona, G., & Prandelli, E. (2005). Collaborating to create: The Internet as a platform for customer engagement in product innovation. *Journal of Interactive Marketing*, 19 (4), 4-17.
- Saxenian, A. (1990). Regional Networks and the Resurgence of Silicon Valley. *California Management Review*, 33 (1), 89-112.
- Saxenian, A. (2002). Transnational Communities and the Evolution of Global Production Networks: The Cases of Taiwan, China and India. *Industry and Innovation*, 9, 183-202.
- Saxenian, A., & Sabel, C. (2008). Roepke Lecture in Economic Geography Venture Capital in the "Periphery": The New Argonauts, Global Search, and Local Institution Building. *Economic Geography*, 84 (4), 379-394.
- Scarbrough, H., & Swan, J. (2008). Project Work as a Locus of Learning: The Journey Through Practice. In A. Amin, & J. Roberts, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 148-177). Oxford: Oxford University Press.
- Scherngell, T. (2021). The Geography of R&D Collaboration Networks. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 869-887). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schmidt, C. W. (2004). NIH Roadmap for Medical Research. *Environmental Health Perspectives*, 112 (3), 165-166.
- Schuldt, N., & Bathelt, H. (2011). International Trade Fairs and Global Buzz, Part II: Practices of Global Buzz. *European Planning Studies*, 19 (1), 1-22.
- Schumpeter, J. A. (1912 [1954]). *Economic Doctrine and Method*. New York: Oxford University Press.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York: McGraw-Hill.

- Schumpeter, J. A. (1934 [2012]). *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press.
- Schumpeter, J. A. (1943 [2003]). *Capitalism, Socialism and Democracy*. London: Routledge.
- Schumpeter, J. A. (1947). The Creative Response in Economic History. *The Journal of Economic History*, 7 (2), 149-159.
- Schumpeter, J. A. (1954 [2006]). *History of Economic Analysis*. London: Routledge.
- Schwartz, K., & Vilquin, J.-T. (2003). Building the translational highway: toward new partnership between academia and the private sector. *Nature Medicine*, 9 (5), 493-495.
- Schweitzer, S. O. (2007). *Pharmaceutical Economics and Policy* (2nd Edition ed.). New York: Oxford University Press.
- Scott, A. J. (2000). Economic Geography: The Great Half-Century. In G. L. CLARK, M. P. FELDMAN, & M. S. GERTLER, *The Oxford Handbook of Economic Geography* (pp. 18-44). New York: Oxford University Press.
- Scott, A. J. (2004). A perspective of economic geography. *Journal of Economic Geography*, 4, 479-499.
- Scott, A. J., & Storper, M. (1992). Industrialization and Regional Development. In M. STORPER, & A. J. SCOTT, *Pathways to Industrialization and Regional Development* (pp. 3-15). London / New York: Routledge.
- Scott, J. (2013). *Social Network Analysis* (Third Edition ed.). Los Angeles: Sage.
- Segarra-Blasco, A., Arauzo-Carod, J.-M., & Teruel, M. (2018). Innovation and geographical spillovers: new approaches and empirical evidence. *Regional Studies*, 52 (5), 603-607.
- Senker, J. (1993). The Contribution of Tacit Knowledge to Innovation. *AI & Society*, 7, 208-224.
- Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation System concept. *Research Policy*, 35, 745-766.
- Shi, X., Su, L., & Cui, A. P. (2020). A meta-analytic study on exploration and exploitation. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35 (1), 97-115.
- Simard, C., & West, J. (2006). Knowledge Networks and the Geographic Locus of Innovation. In H. CHESBROUGH, W. VANHAVERBEKE, & J. WEST, *Open Innovation Research a New Paradigm* (pp. 220-240). New York: Oxford University Press.
- Simon, L. (2009). Underground, upperground et middle-ground: les collectifs créatifs et la capacité créative de la ville. *Management international*, 13, 37-51.
- Smith, H. L., Bagchi-Sen, S., & Edmunds, L. (2019). Universities, the bioscience sector and local economic development in Oxfordshire: challenges and opportunities. In A. VARGA, & K. ERDOS, *Handbook of Universities and Regional Development* (pp. 230-250). Cheltenham and Massachusetts: Edward Elgar Publishing.
- Smith, K. (2005). Measuring Innovation. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 150-177). New York: Oxford University Press.
- Smits, R. E., & Boom, W. P. (2008). The role of users in innovation in the pharmaceutical industry. *Drug Discovery Today*, 13 (7/8), 353-359.
- Soete, L., Verspagen, B., & Ter Weel, B. (2010). Systems of Innovation. In B. H. Hall, & N. Rosenberg, *Handbook of the Economics of Innovation* (Vol. II, pp. 1156-1180). Amsterdam: Elsevier.
- Sotarauta, M., Ramstedt-Sen, T., Seppänen, S. K., & Kosonen, K.-J. (2011). Local or Digital Buzz, Global or National Pipelines: Patterns of Knowledge Sourcing in Intelligent Machinery and Digital Content Services in Finland. *European Planning Studies*, 19 (7), 1305-1330.
- Sousa, C. (2012). Using social network analysis to study entrepreneurship: Methodological issues. In I. SALAVISA, & M. FONTES, *Social Networks, Innovation and the Knowledge Economy* (pp. 89-106). London: Routledge.
- Spencer, J. W. (2000). Knowledge Flows in the Global Innovation System: Do U.S. Firms Share More Scientific Knowledge than their Japanese Rivals? *Journal of International Business Studies*, 31 (3), 521-530.
- Stokes, D. E. (1997). *Pasteur's quadrant: basic science and technological innovation*. Washington, DC: The Brookings Institution.
- Storper, M. (2008). Community and Economics. In A. AMIN, & J. ROBERTS, *Community, Economic Creativity, and Organization* (pp. 37-68). Oxford: Oxford University Press.

- Storper, M., & Scott, A. J. (1992). *Pathways to Industrialization and Regional Development*. London / New York: Routledge.
- Storper, M., Thomadakis, S. B., & Tsipouri, L. J. (1998). *Latecomers in the Global Economy*. London and New York: Routledge.
- Storper, M., & Venables, A. J. (2004). Buzz: face-to-face contact and the urban economy. *Journal of Economic Geography*, 4, 351-370.
- Storper, M., & Venables, A. J. (2005). Buzz: Face-to-Face Contact and the Urban Economy. In S. BRESCHI, & F. MALERBA, *Clusters, Networks, and Innovation* (pp. 319-342). New York: Oxford University Press.
- Storper, M., & Walker, R. (1989). *The capitalist imperative: territory, technology and industrial growth*. Oxford: Brasil Blackwell.
- Su, H.-N. (2017). Global Interdependence of Collaborative R&D-Typology and Association of International Co-Patenting. *Sustainability*, 9 (541), 1-28.
- Sunley, P. (2008). Relational Economic Geography: A Partial Understanding or a New Paradigm? *Economic Geography*, 84 (1), 1-26.
- Taalbi, J. (2017). What drives innovation? Evidence from economic history. *Research Policy*, 46, 1437-1453.
- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (2004). Criação e Dialética do Conhecimento. In H. TAKEUCHI, & I. NONAKA, *Gestão do Conhecimento*, pp. 17-38. São Paulo: Artmed Editora.
- Ter Wal, A. L., & Boschma, R. A. (2009). Applying social networks analysis in economic geography: framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Science*, 43 (3), 739-756.
- Teubal, M. (1993). The Innovation System of Israel: Description, Performance, and Outstanding Issues. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems A Comparative Analyses* (pp. 476-502). Oxford: Oxford University Press.
- Thune, T., & Mina, A. (2016). Hospitals as innovators in the health-care system: A literature review and research agenda. *Research Policy*, 45 (8), 1545-1557.
- Tichy, G. (2011). Innovation, product life cycle and diffusion: Vernon and beyond. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 67-77). Cheltenham/Northampton: Edward Elgar.
- Tödtling, F., & Tripl, M. (2011). Regional innovation systems. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TÖDTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 455-466). Cheltenham: Edward Elgar.
- Tolstoy, D., & Agndal, H. (2010). Network resource combination in the international venturing of small biotech firms. *Technovation*, 30 (1), 24-36.
- Torre, A. (2008). On the Role Played by Temporary Geographical Proximity in Knowledge Transmission. *Regional Studies*, 42 (6), 869-889.
- Tranos, E. (2021). Networks in the Innovation Process. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 853-868). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Tripl, M. (2006). Cross-Border Regional Innovation Systems. *SRE - Discussion Papers, 2006/05. Institut Für Regional - und Umweltwirtschaft, WU Vienna University of Economics and Business, Vienna*, 1-26.
- Tripl, M. (2010). Developing Cross-border Regional Innovation Systems: Key Factors and Challenges. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, 101 (2), 150-160.
- Tripl, M., Tödtling, F., & Lengauer, L. (2009). Knowledge Sourcing Beyond Buzz and Pipelines: Evidence from the Vienna Software Sector. *Economic Geography*, 85 (4), 443-462.
- Tripl, M., & Bergman, E. (2021). Clusters, Local Districts, and Innovative Milieux. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 971-989). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Turkina, T., & Van Assche, A. (2018). Global connectedness and local innovation in industrial clusters. *Journal of International Business Studies*, 49, 706-728.
- Uitermark, J., & Meeteren, M. v. (2021). Geographical Network Analysis. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 112 (4), 337-350.

- Uyarra, E., Zabala-Iturriagoitia, J. M., Flanagan, K., & Magro, E. (2020). Public procurement, innovation and industrial policy: Rationales, roles, capabilities and implementation. *Research Policy*, 49 (1), 103844.
- Vale, M. (2009). Conhecimento, Inovação e Políticas de Desenvolvimento Regional. *Prospectiva e Planeamento*, 16, 61-76.
- Vale, M. (2012). *Conhecimento, Inovação e Território*. Lisboa: Edições Colibri.
- Vale, M., & Caldeira, J. (2007). Proximity and Knowledge Governance in Localized Production Systems: The Footwear Industry in the North Region of Portugal. *European Planning Studies*, 15 (4), 531-548.
- Vale, M., & Carvalho, L. (2013). Knowledge Networks and Processes of Anchoring in Portuguese Biotechnology. *Regional Studies*, 47 (7), 1018-1033.
- Van Der Valk, T., & Gijsbers, G. (2010). The use of social network analysis in innovation studies: Mapping actors and technologies, *Innovation*, 12 (1), 5-17.
- Van Geenhuizen, M. (2008). Knowledge networks of young innovators in the urban economy: biotechnology as a case study. *Entrepreneurship & Regional Development*, 20 (2), 161-183.
- van Oort, F., de Geus, S., & Dogaru, T. (2015). Related Variety and Regional Economic Growth in a Cross-Section of European Urban Regions. *European Planning Studies*, 23 (6), 1110-1127.
- van Oort, F. G., & Lambooy J.G, J. (2021). Cities, Knowledge, and Innovation. In M. FISCHER, & P. NIJKAMP, *Handbook of Regional Science* (pp. 913-927). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Vanhaverbeke, W., & Cooldt, M. (2006). Open Innovation in Value Networks. In H. CHESBROUGH, W. VANHAVERBEKE, & J. WEST, *Open Innovation Researching a New Paradigm* (pp. 258-281). New York: Oxford University press.
- Vatne, E. (2011). Regional agglomeration and growth: the classical approach. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TÖDTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 54-66). Cheltenham: Edward Elgar.
- Veltz, P. (1997). Une organisation géoéconomique à niveaux multiples. *Politique étrangère*, 2, 265-276.
- Vernon, R. (1966). International Investment and International Trade in the Product Cycle. *The Quarterly Journal of Economics*, 80 (2), 190-207.
- Verspagen, B. (2006). University Research, Intellectual Property Rights and European Innovation Systems. *Journal of Economic Surveys*, 20 (4), 607-632.
- von Dydiowa, G. M., van Deventer, S., & Couto, D. S. (2021). How large pharma impacts biotechnology startup success. *Nature Biotechnology*, 39, pages266-269.
- Von Hippel, E. (1976). The dominant role of users in the scientific instrument innovation process. *Research Policy*, 5 (3), 212-239.
- Von Hippel, E. (1994). "Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation. *Management Science*, 40, 429 - 439.
- Von Hippel, E. (2005). Democratizing innovation: The evolving phenomenon of user innovation. *Journal für Betriebswirtschaft*, 55 (1), 63-78.
- Von Krogh, G., & von Hippel, E. (2003). Special issue on open source software development. *Research Policy*, 32 (7), 1149-1157.
- Von Tunzelmann, N., & Acha, V. (2005). Innovation in "low-tech" industries. In J. FAGERBERG, D. C. MOWERY, & R. R. NELSON, *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 407-432). Oxford/New York: Oxford University Press.
- Wainwright, S. P., Williams, C., Michael, M., Farsides, B., & Cribb, A. (2006). From bench to bedside? Biomedical scientists' expectations of stem cell science as a future therapy for diabetes. *Social Science & Medicine*, 63, 2052-2064.
- Walker, W. (1993). National Innovation Systems: Britain. In R. R. NELSON, *National Innovation Systems: A Comparative Analysis* (pp. 158-191). Oxford: Oxford University Press.
- Waxell, A., & Malmberg, A. (2007). What is global and what is local in knowledge-generating interactions? The case of the biotech cluster in Uppsala, Sweden. *Entrepreneurship & Regional Development*, 19 (2), 137-159.
- Weisbrod, B. A., & LaMay, C. L. (1999). Mixed Signals: Public Policy and the Future of Health Care R&D. *Health Affairs*, 18 (2), 112-125.

- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. M. (2002). *Cultivating Communities of Practice*. Boston: Harvard Business School Press.
- West, J., & Gallagher, S. (2006). Patterns of Open Innovation in Open Source Software. In H. CHESBROUGH, W. VANHAVERBEKE, & J. WEST, *Open Innovation Researching a New Paradigm* (pp. 82-106). New York: Oxford University Press.
- Wiig, H., Liu, J., & Zukauskaitė, E. (2021). Global knowledge sourcing in thick and diversified RIS: case studies in Oslo, Malmø and Beijing. *European Planning Studies*, 29 (8), 1476-1494.
- Wilson-Kovacs, D. M., & Hauskeller, C. (2011). The clinician-scientist: professional dynamics in clinical stem cell research. *Sociology of Health & Illness*, 1-16.
- Wolfe, D. A., & Gertler, M. S. (2004). Clusters from the Inside and Out: Local Dynamics and Global Linkages. *Urban Studies*, 41 (5/6), 1071-1093.
- Wolfe, D. (2011). Neo-Schumpeterian perspectives on innovation and growth. In P. COOKE, B. ASHEIM, R. BOSCHMA, R. MARTIN, D. SCHWARTZ, & F. TODTLING, *Handbook of Regional Innovation and Growth* (pp. 43-53). Cheltenham: Edward Elgar.
- Wuestman, M. L., Hoekman, J., & Frenken, K. (2019). The geography of scientific citations. *Research Policy*, 48 (7), 1771-1780.
- Xiang, W.-N. (2021). Seven approaches to research in socio-ecological practice & five insights from the RWC-Schön-Stokes model. *Socio-Ecological Practice Research*, 3, 71-88.
- Yakovets, Y. V. (2006). The Kondratieff's Waves and Cyclic Dynamics of the Economy and Wars: Theory and Prospects. In T. C. DEVEZAS, *Kondratieff Waves, Warfare and World Security* (pp. 3-9). Amsterdam: IOS Press.
- Yelland, P. M. (2010). An introduction to correspondence analysis. *The Mathematica Journal*, 12, 1-23.
- Yeung, H. W.-c. (2002). Towards a relational economic geography: old wine in new bottles? *Paper presented at the 98th Annual Meeting of the Association of American Geographers, Los Angeles, USA, 19-23 March 2002*.
- Yeung, H. W.-c. (2005). Rethinking relational economic geography. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 30 (1), 37-51.
- Yeung, H. W.-c., & Coe, N. (2015). Toward a Dynamic Theory of Global Production Networks. *Economic Geography*, 91 (1), 29-58.
- Zerhouni, E. A. (2005). Translational and Clinical Science - Time for a New Vision. *The New England Journal of Medicine*, 353 (15), 1621-1623.
- Zerhouni, E. (2003). The NIH Roadmap. *Science*, 302, 63-72.
- Zinner, D. E. (2001). Medical R&D at the Turn of the Millennium. *Health Affairs*, 20 (5), 202-209.
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (1996). Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 12709-12716.
- Zucker, L. G., & Darby, M. R. (1997). Individual Action and the Demand for Institutions: Star Scientists and Institutional Transformation. *American Behavioral Scientist*, 40 (4), 502-513.
- Zucker, L. G., Darby, M. R., & Brewer, M. B. (1999). Intellectual Capital and the Birth of U. S. Biotechnology. *NBER Working Papers Series*, 4653, 1-60.