



Modelização dos determinantes da Produtividade Total dos Fatores em dois setores da Região Norte

Hugo Manuel Soares da Silva

Dissertação do Mestrado em Economia e Gestão da Inovação

Orientação:

Mário Alencão Brígido da Graça Moura

Sandra Maria Tavares da Silva

June, 2014

Nota biográfica

Hugo Manuel Soares da Silva, nascido a 01 de Julho de 1989, na cidade do Porto, iniciou o seu percurso académico no ano de 2007 na Faculdade de Economia da Universidade do Porto na licenciatura de Economia. Obteve o grau de licenciado em Julho de 2011, tendo iniciado o Mestrado em Economia e Gestão da Inovação em Setembro do mesmo ano.

A sua carreira profissional teve início em Outubro de 2011 no Banco Santander Totta, até Julho de 2012. Em Setembro de 2012 foi admitido na RSMI – Patrício, Moreira, Valente & Associados, SROC, Lda onde desempenha funções de Auditoria.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus orientadores, o Prof. Mário Graça Moura e Prof. Sandra Tavares da Silva, por todo o apoio e disponibilidade durante o processo de desenvolvimento deste trabalho.

Em segundo lugar quero deixar um agradecimento muito especial à minha namorada, Luísa Melo, por todo o apoio emocional, disponibilidade e paciência durante este longo trajeto.

Por fim, agradeço aos meus pais e minha irmã pelo apoio ao longo de todo o meu percurso académico e a todos os meus colegas e amigos que sempre estiveram disponíveis para me dar o seu apoio.

Resumo

A região Norte de Portugal tem revelado grandes dificuldades ao longo dos últimos anos, sendo uma das regiões mais pobres do país. A inovação surge como uma das formas de inverter este ciclo e recolocar os diferentes setores de atividade da região numa rota de crescimento.

Neste trabalho analisamos dois setores de atividade da região – o setor Têxtil e o setor dos Dispositivos Médicos - procurando avaliar se algumas das medidas propostas no “Plano de Ação para a Inovação no Norte de Portugal 2008-2010” se materializam em ganhos de produtividade para os setores em análise, ou não.

Para tal, propomos um modelo econométrico baseado no trabalho de Mastromarco e Zago (2012) que procura identificar quais os fatores mais determinantes para o crescimento da produtividade das empresas de cada um dos setores e assim verificar a adequação das medidas de política aplicadas na região Norte.

Os nossos resultados revelam que fatores como o nível de ensino da população e o investimento em ativos fixos tangíveis têm um impacto positivo no crescimento do *output* das empresas em ambos os setores, mas, por outro lado, o investimento em Investigação e Desenvolvimento (I&D) apenas tem um impacto positivo no caso do setor Têxtil.

Palavras-chave: inovação, Produtividade Total de Fatores, crescimento e desenvolvimento regional

Códigos JEL: O31, O32, R11

Abstract

The northern region of Portugal has gone through considerable difficulties over the past few years and is currently one of the poorest regions of the country. Innovation seems indispensable to reverse this cycle and put this region back in a growth trajectory.

In this study we analyse two sectors of activity of the region – the Textile sector and the Medical Devices sector - and assess whether some of the measures proposed in the *"Plano de Ação para a Inovação no Norte de Portugal 2008-2010"* lead to productivity gains.

To this end, we construct an econometric model based on the work of Mastromarco and Zago (2012). This model seeks to identify the features that account for the growth of productivity in each sector which enables an assessment of innovative policies in the northern region.

Results show that both investment in fixed assets and the level of education of the population have a positive impact on output growth in both sectors. On the other hand, investment in Research and Development (R&D) only has a positive impact on output growth in the Textile sector.

Keywords: innovation, Total Factor Productivity, regional growth and development

JEL-codes: O31, O32, R11

Índice

Nota biográfica.....	1
Agradecimentos.....	2
Resumo.....	3
Abstract.....	4
Índice.....	5
Índice de Tabelas/Quadros	6
Índice de Figuras.....	7
1. Introdução.....	8
2. Caraterização dos setores Têxtil e dos Dispositivos Médicos.....	12
2.1 Setor Têxtil e do Vestuário em Portugal.....	12
2.2 Setor da Saúde e dos Dispositivos Médicos em Portugal.....	16
3. Revisão da literatura.....	19
3.1 Sistemas de Inovação e desenvolvimento regional.....	19
3.2 Avaliação do desempenho de um sistema de inovação: revisão de algumas das abordagens mais relevantes.....	28
4. Análise empírica: um estudo baseado na SABI.....	37
4.1 Metodologia: abordagem adotada.....	37
4.2 Resultados.....	40
4.2.1 Setor Têxtil	40
4.2.2 Setor dos Dispositivos Médicos.....	43
5. Conclusões.....	47
Referências	52
Fontes de Informação	57

Índice de Tabelas/Quadros

Quadro 1. Matriz setores <i>versus</i> domínios científicos	9
Quadro 2 – Estrutura geral do Setor Têxtil (2010)	12
Quadro 3 – Principais Indicadores da Indústria Têxtil e Vestuário (2011)	14
Quadro 4 – Principais Indicadores do setor dos Dispositivos Médicos (2004-2008).....	16
Quadro 5 – Estrutura geral do Setor dos Dispositivos Médicos (2010)	17
Quadro 6 - Dados e proxies usadas em Mastromarco e Zago (2012).....	35
Quadro 7 - Dados e proxies usadas.....	37
Quadro 8 - Principais Estatísticas Descritivas do Setor Têxtil (2007-2011)	40
Quadro 9 – Matriz de Correlações do Setor Têxtil.....	41
Quadro 10 – Teste <i>Cross-Section Fixed Effects</i>	41
Quadro 11 – Resultados da estimação para o Setor Têxtil	42
Quadro 12 - Principais Estatísticas Descritivas do Setor dos Dispositivos Médicos (2007-2011).....	43
Quadro 13 – Matriz de Correlações do Setor dos Dispositivos Médicos	44
Quadro 14 – Teste <i>Cross-Section Fixed Effects</i>	44
Quadro 15 – Resultados da estimação para o Setor dos Disp. Médicos	45

Índice de Figuras

Figura1. Relação entre sistemas globais, nacionais, regionais, setoriais e tecnológicos de inovação	22
---	----

1. Introdução

Este trabalho centra-se na temática dos sistemas de inovação, mais concretamente na sua dimensão setorial.

O estudo incide sobre dois setores de atividade da região Norte, tendo como ponto de partida o “Plano de Ação para a Inovação no Norte de Portugal 2008-2010” (Silva *et al.*, 2008)¹, e apresenta um modelo econométrico para avaliação da adequação, ou não, de algumas das medidas propostas no referido plano de ação.

Nesse documento é delineada uma estratégia de fomento da inovação e desenvolvimento do Sistema Regional de Inovação do Norte, baseada numa caracterização do Sistema de Inovação e das suas potencialidades. O Sistema Regional de Inovação é dividido em dois subsistemas, o subsistema de criação e difusão de conhecimento e o subsistema empresarial. Por sua vez na análise que os autores efetuam ao subsistema empresarial são destacados alguns setores e atividades estratégicos, considerados fundamentais para alcançar os objetivos de desenvolvimento do Sistema Regional de Inovação.

Apresenta-se, no quadro seguinte, a caracterização desses setores no que diz respeito à relação entre as áreas científicas associadas a cada setor e à capacidade da região em desenvolver profissionais nessas áreas.

¹ Ao longo do trabalho iremo-nos referir a este plano por vezes apenas como ‘Plano de Ação’.

ATIVIDADES ECONÓMICAS	ÁREAS CIENTÍFICAS														
		C. SAÚDE	C. AGRÁRIAS	C. BIOLÓGICAS	C. AMBIENTAIS	QUÍMICA	FÍSICA E MAT.	ECONOMIA GEST. MARKT	ARQUITETURA DESIGN	ENG. CIVIL	TICE	MATERIAIS	MEC. E PROD.	ENERGIA	OUTROS
	Agro-Florestal														
	Alim. E Bebidas														
	Têxtil e Vestuário														
	Couro e Calçado														
	Madeira e Mobiliário														
	Combustíveis e Energia														
	Plástico e Auto														
	Equipamentos														
	TICE														
	Construção														
	Turismo														
	Governo														
	Educação														
	Saúde e Disp. Médicos														
Outros															

Articulação Forte
 Articulação Média
 Articulação Fraca
 Sem conexão relevante

Quadro 1. Matriz setores versus domínios científicos

Fonte: Plano de Ação para a Inovação no Norte de Portugal 2008-2010 (2008)

Para uma correta interpretação do quadro acima apresentado importa referir que a largura de cada coluna (com exceção da coluna “Outros”) é proporcional à capacidade instalada na região para formar profissionais nessa área, sendo que a altura das linhas é proporcional ao peso de cada setor de atividade na região. Por outro lado, a cor mais

escura indica uma articulação potencialmente forte entre as áreas científicas e os setores – à medida que a cor se torna mais clara essa articulação é mais fraca.

Tendo isto em consideração podemos concluir que os setores ‘Têxtil’, ‘Construção’, ‘Educação’ e ‘Saúde e Dispositivos Médicos’ são os que revelam uma maior articulação em termos das suas atividades e da formação de profissionais qualificados para esses setores na região Norte.

Os autores do plano de ação referido concluem que o processo de desenvolvimento do Sistema Regional de Inovação terá de passar pela emergência de setores mais intensivos em conhecimento e tecnologia e pela reestruturação de alguns dos setores com maior tradição na região, sendo a inovação o veículo para esta mudança estrutural. Por outras palavras, para alcançar o desenvolvimento pretendido do sistema regional, é necessário potenciar os diversos sistemas setoriais que o constituem.

Tendo em consideração este aspeto e os dados apresentados no Quadro 1, a nossa análise irá incidir sobre o setor Têxtil e o setor dos Dispositivos Médicos, setores que estão claramente enquadrados no grupo dos setores estratégicos para o desenvolvimento do Sistema Regional de Inovação.

A nossa análise baseia-se em dados relativos a 44 empresas do setor dos Dispositivos Médicos e a 86 empresas do setor Têxtil, para o período compreendido entre 2007 e 2011 e organizados num painel de dados balanceado.

É aplicado um modelo econométrico com o objetivo de identificar e estimar o impacto dos potenciais determinantes do crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF)² e o seu impacto no crescimento do *output*, tendo por base o trabalho efetuado por Mastromarco e Zago (2012). O principal objetivo desta análise consiste em avaliar se alguns dos objetivos e estratégias definidos no Plano de Ação ao nível setorial e não só, se traduzem efetivamente em ganhos de produtividade e crescimento económico.

Por exemplo, um dos objetivos propostos no Plano de Ação é o aumento da Investigação & Desenvolvimento (I&D) empresarial mas será que este aumento se traduz em ganhos de produtividade para a empresa/setor? Os nossos resultados demonstram que o aumento do investimento em I&D se traduz num aumento do

² A PTF e, logo, a sua decomposição pode ser usada como um indicador de atividades de inovação bem-sucedidas por parte das empresas (Hall, 2011).

crescimento do *output* nas empresas do setor Têxtil mas o mesmo não se verifica no setor dos Dispositivos Médicos.

Na secção seguinte efetuamos uma breve caracterização dos setores em análise. Em seguida, na secção 3, apresentamos a revisão da literatura, a qual se divide em duas subsecções: revisão da literatura relativa a sistemas setoriais de inovação e a revisão da literatura de algumas das abordagens metodológicas mais relevantes para o nosso trabalho. Na secção 4 apresentamos a nossa análise empírica, a qual se divide em duas subsecções: o modelo aplicado e os principais resultados. Por fim, apresentamos na secção 5 as conclusões deste trabalho.

2 Caracterização dos setores Têxtil e dos Dispositivos Médicos

2.1 Setor Têxtil e do Vestuário em Portugal

O setor Têxtil é um dos setores com maior tradição em Portugal, sobretudo na região Norte do país, tendo começado a ganhar relevo no século XVI e intensificado essa importância nos séculos XVII e XVIII. Este setor revelou, ao longo das décadas, uma evolução significativa. Por exemplo, em 1991, Portugal ocupava a 10^a posição na lista dos maiores exportadores de vestuário, a nível mundial, tendo verificado uma taxa média de crescimento das exportações de 17% nos anos 80 do século XX (Centro de Inteligência Têxtil, 2009).

Quadro 2 – Estrutura geral do Setor Têxtil (2010)

	Total da Região Norte	Setor Têxtil no Total do País	Setor Têxtil no Total da Região Norte	Peso relativo da Região Norte no Setor Têxtil face ao País	Peso relativo do Setor Têxtil na Região Norte
Volume de Negócio (€)	27.494.365	2.877.758	2.402.142	83%	9%
Pessoal ao serviço (nº pessoas)	357.537	45.121	36.858	82%	10%
Valor Acrescentado Bruto (€)	7.437.113	793.097	659.099	83%	9%

Fonte: Construção dos autores³

Com base nos dados apresentados no quadro acima, verificamos que em 2010 a região Norte representava cerca de 83% do total do Volume de Negócios (VN) gerado pelo setor em todo o território nacional e 82% do total de pessoal ao serviço. Mas, por outro lado, o setor apenas representava 9% do VN e do Valor Acrescentado Bruto (VAB) totais gerados na região Norte.

Nos últimos anos o setor tem vindo a revelar dificuldades, nomeadamente uma perda de competitividade internacional devido à elevada dependência em relação ao mercado europeu (principal destino das exportações do setor), ao baixo nível de qualificação da mão-de-obra e ao alargamento da União Europeia (UE) e a mudanças no mercado,

³ Quadro construído com base no “Anuário Estatístico da Região Norte 2011” do Instituto Nacional de Estatística (INE), contendo dados relativos ao ano de 2010. Dados obtidos em: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=150033328&PUBLICACOESmodo=2 (data de acesso: 25/03/2013)

nomeadamente com a entrada de produtos vindos da China, da Índia e de países de Leste (Centro de Inteligência Têxtil, 2009).

Para uma melhor compreensão do setor e da sua evolução recorremos a um estudo efetuado pelo Banco de Portugal (2012).

Este estudo refere que a maioria das empresas se concentra nos distritos do Porto e de Braga, sendo o setor dominado por empresas com 20 ou mais anos de existência. Importa também salientar que, em termos de dimensão das empresas, o setor têxtil é constituído, maioritariamente, por microempresas (59%) e pequenas e médias empresas (40%).⁴

Apesar de, no ano de 2011, o setor ter verificado um aumento no VN, tendo exportado mais de 57% da produção (valor bastante acima do verificado para a Indústria Transformadora e Sociedades não Financeiras), a sua rendibilidade média continuava a ser negativa. É um setor sem concentração de mercado (o indicador Herfindahl-Hirschman é inferior a 0,1) e com um elevado endividamento (em 2011 os juros têm um peso considerável nos resultados das empresas do setor – 41% - e a percentagem de empresas com crédito vencido é também elevada – cerca de 37%), o que se traduz numa reduzida autonomia financeira⁵ - cerca de 31% em 2011.

Em 2001 o setor representava, face ao total das empresas do Setor não Financeiro, 3% do número de empresas e do VN, bem como 8% do número de pessoas empregadas, passando, em 2011, a representar 2% do número de empresas e do VN e 4% do número de pessoas empregadas. Esta evolução reflete o declínio do setor nos últimos anos, sendo que, desde 2004, o número de empresas em atividade no setor decresceu em 28%. Mas, como já foi referido, apesar desta evolução negativa do setor, nomeadamente em termos do número de empresas em atividade, verificou-se um aumento do VN, impulsionado pelas exportações. Apresenta-se no quadro seguinte um resumo dos principais indicadores do setor acima analisados.

⁴ No estudo referido, microempresas são classificadas como: entidades com um número de pessoas ao serviço inferior a 10 e cujo volume de negócios anual ou balanço total anual não excede 2 milhões de euros. PME's são definidas como: entidades com um número de pessoas ao serviço menor que 250 e maior que 10 e um volume de negócios anual entre 2 e 50 milhões de euros ou um balanço total anual entre 2 e 43 milhões de euros.

⁵ A autonomia financeira é calculada pelo rácio entre o Capital Próprio e o Ativo Líquido de uma empresa e permite avaliar a maior ou menor capacidade de uma empresa cumprir com os seus compromissos financeiros com recurso a Capitais Próprios.

Quadro 3 – Principais Indicadores da Indústria Têxtil e Vestuário (2011)

Principais indicadores da Indústria Têxtil e Vestuário (2011)							
	Caraterização do setor		Atividade		Financiamento		
	Volume de negócios detido por grandes empresas	Concentração empresarial (HHI)	Taxa de crescimento Volume de negócios	EBITDA	Autonomia Financeira	Créditos Comerciais	Empréstimos bancários
SNF	45%	0.0017	-5%	-29%	33%	-5%	-8%
Indústrias Transformadoras	51%	0.0128	4%	-9%	36%	-5%	-4%
Têxteis e Vestuário	19%	0.0026	2%	-7%	31%	-6%	-18%
CAE 13	51%	0.0065	1%	-26%	36%	-8%	-23%
CAE 14	49%	0.0038	3%	55%	22%	-4%	-9%

Principais indicadores da Indústria Têxtil e Vestuário (2011) - continuação					
	Financiamento			Rendibilidade	
	Financiamento líquido por dívida comercial (% do volume de negócios)	Peso dos juros suportados no EBITDA	Empréstimos obtidos junto de IC residentes (Jun-2012)		Rendibilidade dos Capitais Próprios
			% empresas com crédito vencido	Rácio crédito vencido	
SNF	-2%	28%	28%	10%	3%
Indústrias Transformadoras	-5%	18%	30%	9%	5%
Têxteis e Vestuário	-7%	41%	37%	15%	-4%
CAE 13	-9%	46%	34%	13%	-4%
CAE 14	-5%	33%	38%	19%	-4%

Nota: CAE 13 - Fabricação de Têxteis; CAE 14 - Indústria do Vestuário; **EBITDA:** Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization; **HHI:** Herfindahl-Hirschman Index. $HHI < 0.1$, i.e., mercado sem concentração; $0.1 < HHI < 0.18$, i.e., mercado com alguma concentração; $HHI > 0.18$, i.e., mercado altamente concentrado.

Fonte: Banco de Portugal(2012)

No que diz respeito ao seu enquadramento no contexto da economia da inovação o setor Têxtil pode ser caraterizado como um setor “dominado pelos fornecedores” - *supplier dominated* – nos termos da taxonomia de Pavitt.⁶

Os setores deste tipo são usualmente caraterizados por atividades tradicionais, por empresas de pequena dimensão, têm reduzidas barreiras à entrada, sendo a inovação induzida pelos fornecedores de equipamento ou outros *inputs*. Caraterizam-se pela fraca

⁶ Pavitt (1984) distingue os setores relativamente às fontes de inovação e mecanismos de apropriabilidade em 4 tipos: dominados por fornecedores; escala-intensivos; fornecedores especializados; e baseados na ciência.

capacidade de acumulação de conhecimento, escassas oportunidades tecnológicas e uma reduzida procura tecnológica. Mas, como refere o ‘Plano de Ação’:

“Não obstante esta característica, existem nestas indústrias alguns segmentos com uma forte intensidade tecnológica (ex. Têxteis Técnicos, Materiais Técnicos, Novos Materiais de Construção, eficiência energética e crescente utilização das TIC na construção - domótica) que, em conjunto com a experiência e significância económica destas fileiras na região, podem servir de base para a construção de vantagens competitivas assentes na inovação tecnológica, podendo ainda constituir-se como uma ponte de ligação com o SRI.” (Silva et al., 2008, pp. 74-75).

2.2 Setor da Saúde e dos Dispositivos Médicos em Portugal

De acordo com a Diretiva nº. 2007/47/CE (2007) e o Decreto-lei nº. 145/2009 (2009), podemos entender como dispositivos médicos:

“(...)qualquer instrumento, aparelho, equipamento, software, material ou artigo utilizado isoladamente ou em combinação, incluindo o software destinado pelo seu fabricante a ser utilizado especificamente para fins de diagnóstico ou terapêuticos e que seja necessário para o bom funcionamento do dispositivo médico, cujo principal efeito pretendido no corpo humano não seja alcançado por meios farmacológicos, imunológicos ou metabólicos, embora a sua função possa ser apoiada por esses meios, destinado pelo fabricante a ser utilizado em seres humanos para fins de:

- i) Diagnóstico, prevenção, controlo, tratamento ou atenuação de uma doença;*
- ii) Diagnóstico, controlo, tratamento, atenuação ou compensação de uma lesão ou de uma deficiência;*
- iii) Estudo, substituição ou alteração da anatomia ou de um processo fisiológico;*
- iv) Controlo da concepção.”*

O setor dos Dispositivos Médicos é um setor em crescimento na economia nacional, tendo revelado uma evolução bastante positiva nos últimos anos em vários indicadores, como podemos verificar no quadro abaixo:

Quadro 4 – Principais Indicadores do Setor dos Dispositivos Médicos (2004-2008)

	Ano de 2008		TMVA (2004/2008)		
	DM	IT	% na IT	DM	IT
Nº empresas	929	79 589	1,20%	+4,1%	-6,2%
Emprego	4 427	818 418	0,60%	+2,8%	-3,0%
Dimensão média	5	10	-	-	-
VN (10 ⁶ €)	316	83 027	0,40%	+6,8%	+3,9%
VAB (10 ⁶ €)	118	19 891	0,60%	+8,5%	+0,2%
Produtividade (10 ³ €)	27	24	109,20%	+5,5%	+3,3%
Saídas (10 ⁶ €)*	86	35 226	0,20%	+12,9%	+5,2%
Entradas (10 ⁶ €)*	499	47 481	1,10%	+8,0%	+4,6%
Grau de cobertura*	17,20%	74,20%	-	-	-
Orientação exportadora*	27,20%	42,40%	-	-	-
Tx. Penetração das importações*	68,50%	49,80%	-	-	-
Peso das despesas em I&D no VAB	1,90%	1,50%	-	-	-

*Por falta de informação estatística, não foi considerado o material óptico e oftálmico.

Legenda: DM - Dispositivos Médicos; IT - Indústria Transformadora.

Fonte: Instituto Superior de Economia e Gestão (2010)

Podemos verificar que, apesar de o setor dos Dispositivos Médicos ter pouca representatividade dentro da Indústria Transformadora (representa cerca de 1% do total das empresas e menos de 1% do VAB e do emprego), registou um crescimento acentuado entre 2004 e 2008 em todas as dimensões analisadas, muito superior ao registado na generalidade da Indústria Transformadora. Por exemplo, em termos de VAB o setor dos Dispositivos Médicos registou um crescimento de cerca de 8,5% face aos 0,2% verificados para a restante Indústria Transformadora.

Um outro aspeto interessante evidenciado no Quadro 4 é o facto de a produtividade do setor dos Dispositivos Médicos ser superior à registada para a generalidade da Indústria Transformadora.

Quadro 5 – Estrutura geral do Setor dos Dispositivos Médicos (2010)

	Total da Região Norte	Setor Disp. Médicos no total do País	Setor Disp. Médicos no total da Região Norte	Peso relativo da Região Norte no Setor Disp. Médicos	Peso relativo do Setor Disp. Médicos na Região Norte
Volume de Negócio (€)	27.494.365	941.208	531.602	56%	2%
Pessoal ao serviço (nº pessoas)	357.537	13.863	7.003	51%	2%
Valor Acrescentado Bruto (€)	7.437.113	273.398	130.015	48%	2%

Fonte: Construção dos autores⁷

Considerando os dados constantes do Quadro 5, verificamos que a região Norte representa 56% do total do VN gerado pelo setor em todo o país e 51% do total da população empregue no setor. Estes dados sugerem o potencial de crescimento e a importância para a dinamização da região Norte de um setor que apresenta uma combinação de dois fatores fundamentais: a elevada capacidade científica instalada e uma base empresarial em crescimento (Silva *et al.*, 2008) – tanto mais que o valor *per capita* dos gastos em dispositivos médicos em Portugal é bastante inferior ao da média europeia (57€ e 108€ respetivamente – dados da Associação Portuguesa de Empresas de Dispositivos Médicos: APORMED).

⁷ Quadro construído com base no “Anuário Estatístico da Região Norte 2011” do Instituto Nacional de Estatística (INE), contendo dados relativos a 2010. Dados obtidos em: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=150033328&PUBLICACOESmodo=2 (data de acesso: 25/03/2013)

Uma vez que a região Norte concentra uma procura tecnológica relevante e, também, capacidade de oferta tecnológica, este setor é um “ponto nodal” do Sistema Regional de Inovação (Silva *et al.*, 2008), sendo as regiões do Grande Porto e do Vale do Ave as zonas onde se verifica uma maior concentração de empresas.

O setor, com base na tipologia de Pavitt, enquadra-se nos setores “baseados na ciência” - *science based* -, em que as oportunidades tecnológicas são muito significativas. Este tipo de setores – por exemplo: eletrónica, química, biotecnologia, *etc.* - caracterizam-se por empresas de grande dimensão, sendo o processo de inovação habitualmente interno às empresas. Como refere o ‘Plano de Ação’:

“Tendo em conta o elevado volume de capital humano em formação nestas áreas, as oportunidades tecnológicas que se abrem nestes campos são muito relevantes e promissoras. Tratam-se de domínios científicos líderes mas que ainda não encontram uma base empresarial relevante, embora a procura pública possa funcionar aqui como mecanismo catalizador da emergência destes sectores.” (Silva *et al.*, 2008, p.78).

3. Revisão da literatura

3.1 Sistemas de Inovação e desenvolvimento regional

Um *sistema* pode ser entendido como um conjunto de componentes ligados entre si que operam para um objetivo comum. Os elementos constituintes de um qualquer sistema serão, então, os seus componentes, as relações entre esses componentes e os atributos destes (Carlsson *et al.*, 2002).

Os componentes são os elementos ativos do sistema, ou seja, as partes que atuam nesse sistema, sendo as relações as ligações existentes entre essas partes. Cada um dos componentes de um sistema tem certos atributos e todos os elementos do sistema estão relacionados e vão depender uns dos outros. Como tal, um sistema não é apenas a soma das partes que o constituem, mas sim a junção das relações entre as partes que o constituem e suas características.

Podemos então concluir que a alteração nas características de um componente do sistema vai alterar o próprio sistema e as relações dentro do mesmo sendo que, caso se trate de um componente importante e o sistema não seja suficientemente robusto, o próprio sistema pode entrar em rutura (Carlsson *et al.*, 2002).

Um *sistema de inovação* pode ser entendido como um sistema com as características e componentes acima referidos cujo objetivo é o desenvolvimento, difusão e uso de inovações (Edquist, 1997).

Os elementos constituintes de um sistema de inovação são organizações e instituições, mas a definição destes elementos não é uniforme na literatura sobre o tema.

Para este estudo iremos utilizar a interpretação de Charles Edquist que define organizações como: “*formal structures that are consciously created and have an explicit purpose.*” (Edquist, 2005, p. 188); e instituições como: “*sets of common habits, norms, routines, established practices, rules, or laws that regulate the relations and interactions between individuals, groups, and organizations.*” (Edquist, 2005, p. 188).

Como exemplo de organizações podem referir-se as empresas ou as universidades e como exemplo de instituições as leis de patenteamento, o regime legal de um determinado país, *etc.*

Naturalmente, um sistema de inovação é dinâmico, evolui com a passagem do tempo, sendo que esta mudança pode ser induzida de forma endógena ou exógena. A mudança é induzida endogenamente quando se verifica uma alteração espontânea nos elementos, nas suas relações ou características. Por outro lado, é induzida de forma exógena quando se observa uma alteração no ambiente em que o sistema está inserido.

Da definição de sistema de inovação anteriormente referida decorre que este serve uma determinada função/objetivo. Diversos autores, como Liu e White (2001) e Johnson e Jacobson (2003) identificaram com mais precisão funções/objetivos que um sistema de inovação deve assegurar, mas ainda assim não existe consenso sobre este aspeto.

Charles Edquist (2005) lista um conjunto de 10 funções fundamentais de um sistema de inovação, designadamente:

- o fornecimento de I&D e criação de novo conhecimento;
- a formação de capital humano;
- a criação de novos mercados/produtos;
- a articulação entre as exigências de qualidade do lado de quem procura e os novos produtos;
- a criação e mudança das organizações necessárias para o desenvolvimento de novas áreas de inovação;
- o *networking* entre mercados, incluindo os processos de aprendizagem interativos entre as diferentes organizações envolvidas no processo de inovação;
- a criação e mudança de instituições;
- as atividades incubadoras;
- o financiamento do processo de inovação e de outras atividades que facilitem a comercialização e adoção de conhecimento;
- o fornecimento de serviços de consultoria relevantes para o processo de inovação.

Todavia, o autor reconhece que esta listagem de funções é provisória e meramente indicativa, não exaustiva, devendo ser modificada à medida que a investigação sobre sistemas de inovação for evoluindo.

Carlsson *et al.*, 2002 identificam algumas das questões fundamentais para a análise de um sistema de inovação, nomeadamente:

- Qual o nível de análise a considerar?
- Quais as fronteiras do sistema?
- Como avaliar o desempenho do sistema?

Relativamente ao *nível* de análise do sistema objeto de estudo existem três perspetivas diferentes: a nacional, a regional e a setorial (Edquist, 1997). Como referem Lunvall *et al.* (2009, p.7):

“The (national/regional/sectoral) innovation system is a focusing device aiming at analysing and understanding processes of innovation (rather than allocation) where agents interact and learn (rather than engage in rational choice). The aim of using this device is to find out which alternative institutional set-ups support strong dynamic performance of a (national/regional) economy or a sector.”

Edquist identifica, ainda, 3 *critérios* para a delimitação das *fronteiras* de um sistema de inovação: geograficamente, setorialmente e em termos de atividades.

A utilização do critério *geográfico* na delimitação de um sistema de inovação consiste na identificação das fronteiras físicas do sistema em análise, isto é, quando pretendemos analisar um sistema de inovação é necessário delimitar o espaço físico no qual ele se insere. Por outro lado, a utilização de um critério *setorial* consiste em delimitar o sistema de inovação em termos de uma tecnologia ou produto específicos. Neste caso o sistema de inovação incluirá apenas uma parte do sistema regional, nacional ou global (Edquist, 2005).

Mas, como é óbvio, o sistema socioeconómico compreendido numa determinada área geográfica não pode ser, todo ele, considerado como parte do sistema de inovação. Quais as partes a incluir? Esta questão prende-se com a definição das fronteiras do sistema de inovação *em termos de atividades*, ou seja, com a definição das atividades que constituem o sistema de inovação (Edquist, 2005).

Adicionalmente podemos utilizar um quarto critério para a delimitação das fronteiras de um sistema de inovação, o critério *tecnológico*, que remete ao conceito de sistema

tecnológico de inovação. Quando utilizamos este critério o foco da análise é um ramo genérico da tecnologia com aplicação em várias indústrias, podendo o sistema fazer parte de uma região, país ou setor (Carlson, *et al*, 2002).

Estes diferentes critérios para delimitar as fronteiras de um sistema de inovação surgem na figura seguinte, a qual sugere que todos eles estão interligados.

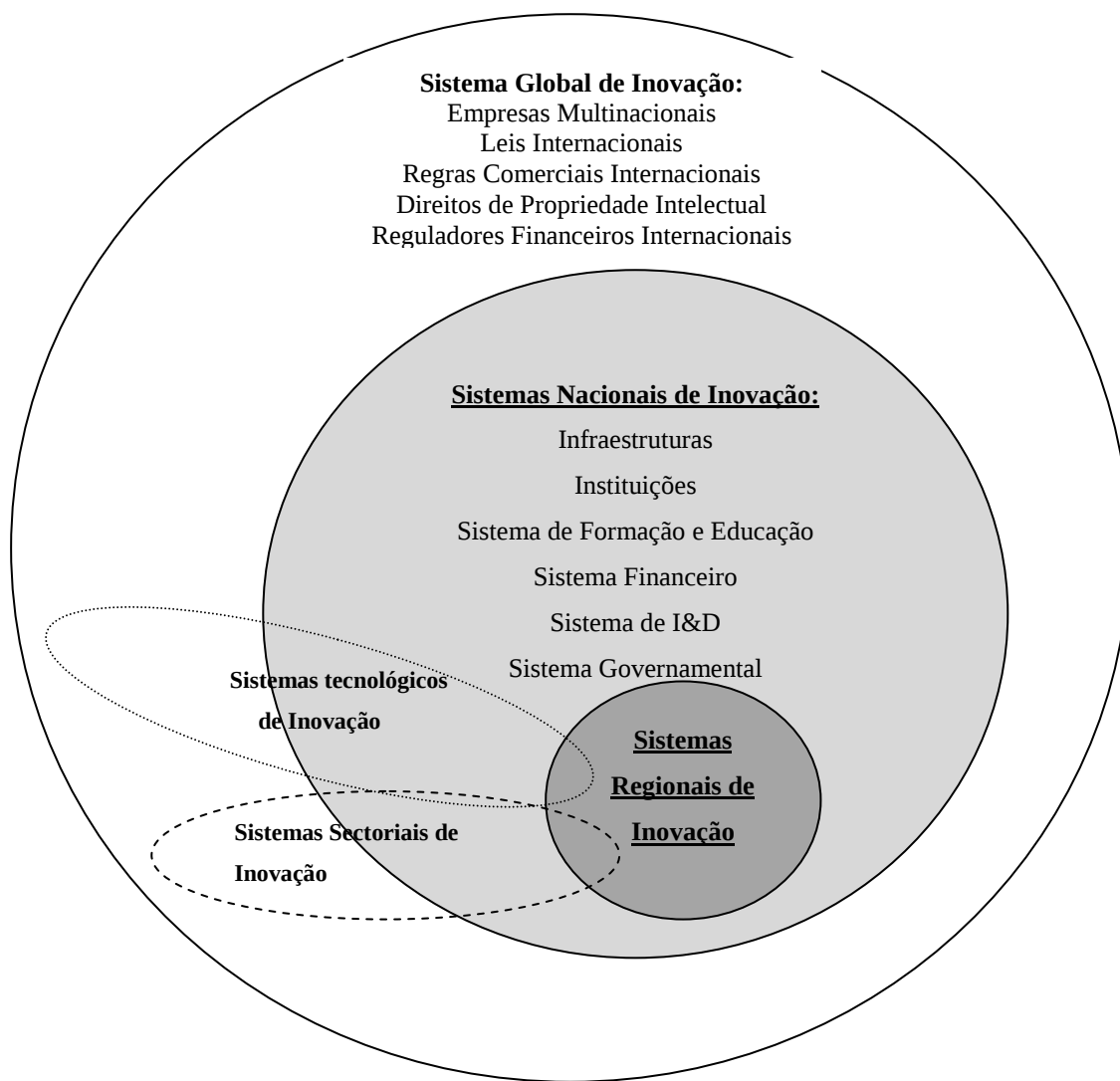


Figura1. Relação entre sistemas globais, nacionais, regionais, setoriais e tecnológicos de inovação

Fonte: Frenz and Oughton (2005)

Importa agora aprofundar as questões relacionadas com a análise a nível regional de um sistema de inovação, pois neste trabalho analisamos 2 sistemas setoriais que fazem parte

de um sistema regional cujo desenvolvimento depende da evolução dos sistemas setoriais que o constituem.

A perspectiva regional tem por base a análise da relação entre diferentes agentes (que, obviamente, podem fazer parte quer do setor público quer do setor privado) com o objetivo de criar e difundir inovações dentro da região em que estão inseridos. Como referido o sistema regional está inserido num sistema mais abrangente que, em primeira instância, é nacional e, em segunda instância, global (Asheim *et al.*, 2011). As regiões têm um papel específico enquanto potenciadores e difusores de inovação, pois a proximidade geográfica facilita a partilha de conhecimento, e por isso a inovação e a difusão, que serão tanto mais facilitadas quanto maior a semelhança tecnológica entre os setores. O conhecimento pode ser de dois tipos: tácito ou codificado. O conhecimento codificado é o tipo de conhecimento que é facilmente transmitido e não exige grande proximidade entre os agentes para essa transmissão (pode ser expresso em livros, manuais técnicos, *etc.*). Por outro lado, o conhecimento tácito é um tipo de conhecimento que advém da experiência dos agentes, não é facilmente articulado e, logo, não é facilmente transmitido, estando preso a um contexto específico. Este tipo de conhecimento é geralmente transferido através de demonstrações, instruções pessoais ou através de serviços de peritos (David, 1992), só circula em ambientes nos quais os agentes partilham formas semelhantes de atuar e resolver os problemas. A existência de conhecimento tácito faz com que a proximidade geográfica seja fundamental para a difusão de conhecimento, sendo importante para compreender os padrões de criação e difusão de tecnologia (Von Hippel, 1994). Mas, de forma a conseguirmos determinar se existe uma adequada circulação de conhecimento dentro do sistema regional, é necessário analisar os diferentes setores inseridos nesse sistema, ou seja, é necessário analisar os diferentes sistemas setoriais que compõem esse sistema regional.

Em lugar de ser determinado pelas fronteiras geográficas de uma região ou país, um sistema setorial pode ter uma dimensão local, nacional ou, até, global e as suas fronteiras não se mantêm constantes.

Franco Malerba define um sistema setorial de inovação como:

“(...) a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products.” (Malerba, 2002, p. 250)

Nesta definição podemos identificar dois elementos fundamentais de um sistema, anteriormente referidos, os agentes e as relações/interações entre eles. Os agentes que constituem o sistema podem ser indivíduos ou organizações, as quais podem ser empresas ou organizações não empresariais (como, por exemplo, universidades, entidades governamentais, *etc.*).

Um aspeto fundamental da perspetiva de Malerba é o facto de a sua conceção de um sistema de inovação partir dos conceitos-base da teoria evolucionista,⁸ presentes no modo como Malerba caracteriza os agentes, as suas relações e o próprio sistema. Os agentes caracterizam-se por um conjunto de atributos - como processos específicos de aprendizagem, competências, crenças, objetivos específicos - e interagem através de processos de comunicação, troca e concorrência, sendo essa interação moldada pelas instituições, que são as regras (formais ou informais) existentes no meio cultural/social.

Podemos assim dizer que um sistema setorial de inovação engloba (a) uma base de conhecimento e tecnologia; (b) um conjunto diversificado de agentes que se relacionam entre si; e cujo relacionamento é (c) moldado pelo quadro institucional em que o sistema se insere (Malerba, 2005b). Por outras palavras de acordo com esta conceção um sistema setorial de inovação compreende três blocos fundamentais a que Malerba (2005b) dá o nome de *“building blocks”*. É ao nível destes pilares-base que se verificam as diferenças fundamentais entre sistemas setoriais de inovação.

Relativamente ao conhecimento e tecnologia, cada setor é caracterizado por uma base de conhecimento específica, uma tecnologia e *inputs*. A apropriabilidade, a oportunidade e

⁸ De acordo com a perspetiva evolucionista os agentes não reagem de forma mecânica (os agentes são heterogéneos, possuem diferentes capacidades cognitivas e tomam decisões distintas), sendo o padrão de ordem não o equilíbrio mas sim uma trajetória tecnológica, que segue em determinada direção, que depende das inovações anteriores, da história, do conhecimento acumulado e dos erros cometidos (a aprendizagem e o conhecimento são elementos-chave na mudança do sistema económico). Segundo esta perspetiva, a difusão não é um processo automático, depende do conhecimento dos agentes e da sua capacidade de aprendizagem. O sistema económico é um sistema em constante transformação, induzida endogenamente através da inovação.

cumulatividade são propriedades do conhecimento que diferem significativamente entre setores e que vão influenciar os padrões de inovação dentro dos mesmos.

A apropriabilidade consiste na capacidade de as empresas protegerem as suas inovações e obterem lucros com as suas atividades de inovação. Por outras palavras, uma elevada apropriabilidade significa a existência de formas eficazes das empresas protegerem as suas inovações da imitação, ao passo que baixa apropriabilidade significa uma situação caracterizada por externalidades (Levin *et al.*, 1987).

Um setor com um nível elevado de oportunidades tecnológicas permite uma entrada contínua de novas empresas e a saída das que não são bem sucedidas nos processos de inovação, ao passo que baixos níveis de oportunidades tecnológicas vão limitar a entrada no setor e também o crescimento das empresas já estabelecidas.

Um elevado grau de cumulatividade permite às empresas a acumulação de conhecimento e tecnologia, criando vantagens competitivas e funcionando como uma barreira à entrada de novas empresas no setor. O grau de cumulatividade vai depender da difusão do conhecimento e da capacidade de aprendizagem dentro de cada setor.

Estas diferenças entre setores podem ser relacionadas com a distinção entre os modelos *Schumpeter Mark I* - caracterizado por baixa apropriabilidade, baixa cumulatividade e elevadas oportunidades tecnológicas - e *Schumpeter Mark II* – caracterizado por elevada apropriabilidade e cumulatividade.

Setores do tipo *Schumpeter Mark I* são caracterizado por processos de “*Destruição Criadora*”: há facilidade de entrada no mercado/setor e os empreendedores e as novas empresas têm um papel central no processo inovador. Por outro lado, setores do tipo *Schumpeter Mark II* são caracterizados por processos de “*Acumulação Criadora*”, havendo dificuldade de entrada no mercado/setor e um pequeno número de empresas de grande dimensão que dominam o mercado. (Malerba, 2005a)

“The Schumpeterian Mark I and Mark II patterns of innovation could be labelled also widening and deepening. A widening pattern of innovative activities is related to an innovative base, which is continuously enlarging through the entry of new innovators, and to the erosion of the competitive and technological advantages of the established firms. A deepening pattern of

innovation, on the contrary, is related to the dominance of a few firms which are continuously innovative through the accumulation over time of technological and innovative capabilities.” (Malerba e Orsenigo, 1996, p.452)

Este tipo de caracterização dos setores não é estático, isto é, um setor do tipo *Schumpeter Mark I* pode (com o tempo) alterar as suas características, passando para o tipo *Schumpeter Mark II* (Klepper, 1996). Mas nem sempre é assim. O estudo empírico levado a cabo por Malerba e Orsenigo (1996) analisa os padrões de inovação em seis países (EUA, Japão, Alemanha, França, Reino Unido e Itália) e demonstra que os setores “tradicionais” - como o setor agrícola, de vestuário, de maquinaria, *etc.* – são duravelmente do tipo *Schumpeter Mark I*, ao passo que, setores como a bioquímica, informática e eletrónica são do tipo *Schumpeter Mark II*.

Em termos de atores e relações já fizemos atrás as considerações que importa reter no presente contexto.

Cada setor é constituído por agentes heterogêneos, organizações ou indivíduos. Estes agentes estabelecem relações entre si para a criação, partilha e comercialização de conhecimento. O conhecimento, as ações e as relações entre os agentes que constituem o sistema são moldados pelas instituições, isto é, pelas regras, normas, cultura, hábitos, rotinas e leis que caracterizam o sistema.

Estes *building blocks*, como se referiu, permitem caracterizar cada setor e estabelecer diferenças entre eles. Malerba (2004, 2005b) efetua uma análise aos setores químico, das telecomunicações, de *software*, de maquinaria, farmacêutico e de serviços⁹ em alguns países europeus (Reino Unido, França, Alemanha e Itália) e nos EUA. Nesta análise identifica qual o papel de cada um dos *building blocks* dentro de cada um dos setores e conclui que a base de conhecimento de cada setor de atividade difere substancialmente, modifica-se ao longo do tempo, afeta as fronteiras e a estrutura do próprio setor/sistema, tal como as relações estabelecidas entre os diversos elementos do sistema. Conclui também que as instituições de nível nacional e, também, setorial, têm um papel relevante no processo de inovação.

⁹ “These sectors have been chosen because technological change is quite rapid and innovation plays a major role in fostering growth and in affecting the competitiveness of firms and countries.” (Malerba, 2005b, p. 69)

Partindo da definição de sistema setorial de inovação estabelecida por Malerba (2002) e já por nós apresentada, Oh *et al.* (2011) sublinham que os sistemas setoriais são a base de todo o sistema económico e que o seu desenvolvimento está relacionado com o crescimento económico:

“Sectoral systems are the foundation of the entire economic system which contains many sectors. Therefore the effects of a sectoral system for national or industrial economic systems have been considered as important. That leads to the positive relationship between sectoral development and economic growth which has been observed by researchers (Fagerberg, 2000; Saviotti and Pyka, 2004; Stiglitz, 1996).” (Oh *et al.*, 2011, p. 1)

Com efeito, Joseph Stiglitz (1996), num trabalho que procura determinar as razões que estão por trás do crescimento acelerado que se verificou em alguns países Asiáticos nas últimas décadas, verifica que uma das razões que justificou este crescimento foi a aposta governamental em setores e indústrias nas quais as atividades de I&D tinham um retorno elevado bem como no incentivo à exportação por parte das empresas. Estas medidas atraíram investimento externo e aumentaram o investimento interno e, ao mesmo tempo, aceleraram a difusão de conhecimento e de tecnologia entre setores – o que contribuiu para o crescimento económico.

Fagerberg (2000), por sua vez, centra-se na relação entre especialização, mudança estrutural e crescimento da produtividade em diferentes indústrias. Na sua análise, que compreende uma amostra de 39 países entre 1973 e 1990, Fagerberg verifica que os países que se estabeleceram de forma sólida no setor da indústria eletrónica registaram um crescimento mais acentuado do que os restantes países, corroborando o papel importante que certos setores têm para o crescimento económico. Todavia, é fundamental determinar quais os setores estratégicos onde investir:

“This being said, it seems appropriate to issue a warning regarding the possible implications of these findings. (...) the relevant policy conclusion to draw from this is not that every country should move into production of electronics as fast as possible. Rather, the lesson is that there may be important potential gains to overall growth and — possibly — welfare from successful entry in

technologically progressive industries that should be taken into account when designing policy.” (Fagerberg, 2000, p. 409).

Tendo abordado as questões relacionadas com o nível de análise e com as fronteiras de um sistema de inovação falta analisar a última das questões identificadas por Carlson *et al* (2002): como avaliar o desempenho de um sistema de inovação?

Iremos abordar esta questão na subsecção seguinte.

3.2 Avaliação do desempenho de um sistema de inovação: revisão de algumas das abordagens mais relevantes

A questão mais difícil das que referimos na subsecção anterior é a avaliação do desempenho de um sistema de inovação (Carlsson *et al.*, 2002).

De que modo conseguimos avaliar o desempenho de um sistema setorial e definir medidas adequadas para o desenvolvimento setorial e o crescimento económico? Como referido no capítulo introdutório, vamos aplicar um modelo econométrico com o objetivo de identificar e estimar o impacto dos potenciais determinantes do crescimento da PTF e o seu impacto no crescimento do *output*. Mas por que razão utilizar a PTF como base para um modelo de avaliação de um sistema setorial de inovação? Qual a relação entre a PTF, a inovação e as características de um sistema setorial de inovação?

A função de produção é representada tipicamente do seguinte modo:

$$Y = A.K^{\alpha}.L^{1-\alpha}, \quad (2.1)$$

Onde, L é o trabalho, K é o capital, α representa a elasticidade da produção em relação ao capital, $1-\alpha$ a elasticidade da produção em relação ao trabalho e A representa o nível de produtividade que varia em função de um conjunto diverso de fatores, tais como diferenças organizacionais, o nível tecnológico, *etc.* Assim sendo, empresas com os mesmos níveis de capital e trabalho podem não alcançar níveis de *output* idênticos. A este fator de natureza residual (A) dá-se o nome de PTF.

De acordo com Solow (1956) a parcela de aumento da produtividade que não é explicada por acréscimos de capital e trabalho – o resíduo de Solow – resulta do progresso tecnológico e aumenta a produtividade do trabalho e do capital; mas o

impacto que o progresso tecnológico tem na produtividade do capital e do trabalho vai depender do tipo de progresso tecnológico. Podemos ter progresso tecnológico neutral à Hicks, neutral à Harrod ou neutral à Solow. O progresso tecnológico diz-se neutral à Hicks quando afeta com a mesma intensidade a produtividade do fator trabalho e do fator capital. Por outro lado, diz-se neutral à Harrod quando apenas afeta a produtividade do fator trabalho e, por fim, diz-se neutral à Solow quando apenas afeta a produtividade do fator capital. Na equação definida em (2.1) considera-se um progresso tecnológico neutral à Hicks, como é habitual na teoria do crescimento.

Uma abordagem assente no crescimento da PTF pode ser utilizada como um indicador de inovação a vários níveis de análise (empresas, setores, regiões, *etc.*) e do seu impacto no crescimento económico (Hall, 2011).

Oh *et al.* (2011) propõem um modelo que decompõe o crescimento da PTF para 913 empresas sul-Coreanas, do setor da indústria transformadora, incluindo o setor farmacêutico e dos dispositivos médicos, para o período compreendido entre 1990 e 2008.

Utilizando um modelo de fronteira de produção estocástica¹⁰ os autores decompõem o crescimento da PTF de modo a compreender quais os fatores que influenciam o progresso tecnológico e, consequentemente o crescimento da PTF nos setores em análise. As variáveis consideradas são a intensidade de capital (determinada através do rácio capital-trabalho), o investimento em I&D e as condições de concorrência e de mercado (obtido através do índice de Herfindhal-Hirschman).

Os autores verificam em todos os setores analisados que a intensidade em capital e o crescimento da PTF têm uma relação em forma de “U”, isto é, aumentos da intensidade em capital reduzem o crescimento da PTF até certo limiar, a partir do qual o efeito é contrário. Este resultado implica que as empresas devem manter o seu rácio capital-trabalho dentro desse limiar de modo a assegurar um crescimento positivo da PTF. Relativamente ao investimento em I&D concluem que esta variável tem um impacto positivo no crescimento da PTF. No que respeita à variável relativa às condições de

¹⁰ A fronteira de produção estocástica representa o máximo das possibilidades de produção que uma empresa/agente consegue alcançar para um determinado nível de tecnologia. Os modelos de fronteira de produção estocástica decompõem o produto em dois componentes: um relacionado com a produtividade e outro relacionado com a eficiência (que mede a distância à fronteira) – Agnier *et al.* (1977).

concorrência e de mercado os coeficientes estimados não são significativos, não sendo possível retirar qualquer tipo de conclusão sobre o seu impacto no crescimento da PTF.

Os resultados obtidos pelos autores demonstram que a intensidade em capital e o investimento em I&D estão relacionados com um maior crescimento da PTF nos setores analisados, o que os torna fatores chave para o desenvolvimento da indústria transformadora coreana. Verificam que o setor dos Dispositivos Médicos, apesar de ser um setor com reduzidos níveis de investimento é um setor com níveis de produtividade bastante elevados o que o torna um setor promissor, devendo haver uma aposta em políticas de aumento do rácio capital-trabalho e de investimento em atividades de I&D.

Com este trabalho os autores demonstram a importância que a aplicação de uma metodologia deste género tem na determinação dos fatores fulcrais para o desenvolvimento dos setores e até na identificação de setores chave para o crescimento económico.

Aiello *et al.* (2011) propõem uma abordagem na linha da de Oh *et al.* (2011). No seu trabalho são estudadas as fontes e os determinantes do crescimento do *output* para um conjunto de empresas italianas do setor da indústria transformadora. As empresas analisadas são classificadas em quatro setores de acordo com a taxonomia de Pavitt (ver nota 5), não havendo um foco em setores em concreto mas antes em tipologia de setor. Através da aplicação de técnicas de fronteira de produção estocástica (tal como em Oh *et al.*, 2011), os autores decompõem o crescimento do *output* em acumulação de fatores (*inputs*) e crescimento da PTF, para o período compreendido entre 1998 e 2003.

É definida a seguinte função de produção:

$$Y_{it} = A_{it}(Z_{it}) F(L_{it}, K_{it}) , \quad (2.2)$$

A expressão (2.2) significa que para a empresa *i* no momento de tempo *t* o *output* depende do nível de trabalho (*L*), de capital (*K*) e da PTF, em cada momento do tempo.

Os autores assumem que a PTF (*A*) é influenciada por um conjunto de variáveis (*Z*) em que algumas delas são externas às empresas, ou seja, são assumidas como um dado por parte das empresas.

Os determinantes da PTF considerados pelos autores são: o capital humano (**CH**), o investimento público em infraestruturas (**G**), os *spillovers* tecnológicos (**R&D SPILL**), a eficiência bancária regional (**BI**) e o investimento em I&D (**R&D**).

Os autores consideram o investimento público em infraestruturas (**G**) no conjunto dos determinantes na PTF de modo a testar a hipótese de a produção do setor privado depender da disponibilização de infraestruturas – *the public capital hypothesis*.¹¹ Os resultados da estimação indicam que esta variável tem um impacto positivo no crescimento da PTF e logo na eficiência das empresas. Ou seja, uma maior disponibilização de infraestruturas públicas a nível regional irá aumentar, tudo o resto constante, a eficiência das empresas dessa região.

Em relação à eficiência bancária regional (**BI**), os autores incluem esta variável para testar a hipótese de o crescimento económico depender do desenvolvimento do sistema financeiro.¹² Os resultados obtidos demonstram que o aumento da eficiência bancária, tudo o resto constante, aumenta a eficiência das empresas e logo o crescimento da PTF e do *output*.

No que toca aos *spillovers* tecnológicos (**R&D SPILL**) e ao investimento em I&D (**R&D**) os resultados demonstram que ambas as variáveis têm um impacto positivo na eficiência das empresas. Tal implica que empresas com níveis de investimento em I&D e capacidade de absorver tecnologia elevados, tudo o resto constante, têm um melhor desempenho.

Por fim, relativamente à variável capital humano (**CH**) os resultados revelam que tem um impacto negativo na eficiência das empresas, isto é, níveis mais elevados de capital humano, tudo o resto constante, originam uma redução da eficiência das empresas. Este

¹¹ Morrison e Schwartz (1996) apresentam um estudo no qual medem o impacto do investimento público em infraestruturas na produtividade das empresas. Os resultados obtidos demonstram a importância desse investimento público na atividade das empresas.

“We find that infrastructure investment provides a significant return to manufacturing firms and augments productivity growth.” (Morrison e Schwartz, 1996, p. 1).

¹² King e Levine (1993a, 1993b) demonstram a existência de uma relação positiva entre o nível de desenvolvimento do sistema bancário e a taxa de crescimento de variáveis como o PIB e a produtividade. Num outro estudo, Lucchetti *et al.* (2001) sugerem um indicador para o nível de desenvolvimento do sistema bancário, baseado na medida da sua eficiência. O crédito mal parado é tido como o principal canal através do qual o desenvolvimento do sistema bancário afeta o crescimento económico.

resultado contraintuitivo é justificado pelos autores pelo modo como esta variável é calculada:

“This counterintuitive outcome might be determined by the measure of human capital used in the estimations, which is based on the level of workers education and, thus, is a proxy of general human capital more than specific human capital. Bearing in mind the results obtained from estimating the production function, where labour is adjusted according to workers schooling, we find that the channel through which education positively affects firm output is through a labour enhancing effect.” (Aiello et al., 2011, p. 806)

Estes resultados verificam-se para toda a amostra considerada não sendo especificados por tipo de setor mas os autores concluem que a diferença entre empresas mais eficientes e menos eficientes é maior nos setores escala-intensivos (setores tipo 1 da taxonomia de Pavitt) e nos baseados na ciência (setores tipo 4 da taxonomia de Pavitt), ou seja, nestes setores as empresas mais eficientes ao nível das variáveis consideradas vão verificar ganhos de produtividade bastante superiores aos das menos eficientes, ao passo que nos restantes setores a diferença não é tão significativa.

Os autores defendem que esta metodologia, pelo facto de permitir identificar os determinantes da eficiência das empresas, pode ser útil nas tomadas de decisões de política. Sugerem, por exemplo, que o Estado, para além de fornecer incentivos às empresas para inovar e absorver tecnologia externa (através de subsídios, apoios, etc.) deve também, estimular sinergias entre as empresas e setores, de modo a aumentar o impacto positivo do investimento em I&D.

“Therefore, if a policymaker had to prioritize by choosing which economic policy to implement in order to increase the competitiveness of the Italian manufacturing sector, these results suggest that improving technology spillovers would have the biggest impact on increasing TFP. In this respect, in Italy, an effective policy option should enhance Italian industrial firms to move from a model which is mainly dominated by individual learning-by-doing processes (Malerba 2004) to a more complex system of firm relationships aimed at increasing their capacity to absorb technology developed by others.” (Aiello et al., 2011, p. 810)

Num outro trabalho, da autoria de Mastromarco e Zago (2012), é proposto um modelo de decomposição do crescimento do *output*, usando mais uma vez a abordagem de fronteira de produção estocástica, de modo a investigar os principais determinantes do crescimento.

O modelo consiste numa adaptação do modelo de tendência temporal proposto por Kumbhakar (2004)¹³ para integrar a PTF em modelos econométricos, seguindo uma extensão da metodologia proposta por Aiello *et al.*, (2011). Os autores analisam de que modo alguns dos principais determinantes do crescimento económico afetam o crescimento da PTF.

Para melhor ilustrarmos este contributo consideremos duas empresas, A e B, cuja produção é função do trabalho (*L*). Tendo ambas acesso à mesma oferta de tecnologia, quais as razões que justificam um *output* superior da empresa A face a B? Segundo Mastromarco e Zago (2012) existem quatro justificações possíveis:

- i) diferenças no nível de aquisição de tecnologia, para um mesmo nível de *input L*. A empresa A adquire mais tecnologia do que a empresa B, conseguindo um *output* superior;
- ii) diferente eficiência na produção. Para um mesmo nível de *input* e tendo ambas as empresas a mesma fronteira tecnológica de referência, a empresa A é mais eficiente do que a empresa B, alcançando um maior nível de *output* (está mais próxima da fronteira);
- iii) diferentes níveis de *input*, *i.e.*, de trabalho (*L*). Para a mesma fronteira tecnológica a empresa A usou uma maior quantidade de *L* do que a empresa B, conseguindo assim alcançar maior *output*;
- iv) Um combinação das 3 causas acima referidas.

Na metodologia proposta pelos autores é definida a seguinte função de produção:

$$Y_{it} = F(A_{it}; L_{it}; K_{it}; Z_{it}), \quad (2.3)$$

¹³ Neste trabalho o autor estima a equação do crescimento da PTF seguindo duas modelizações diferentes: um modelo de tendência temporal (*time trend*) e um modelo de índice geral (*general index*). Em ambos os modelos a equação que traduz o crescimento da PTF decompõe-se em mudança tecnológica e em componentes de escala. O autor conclui que o modelo de índice geral tem melhor desempenho do que o modelo de séries temporais.

Em que Y_{it} representa o produto; A_{it} representa a PTF; L_{it} é o trabalho; K_{it} representa o capital e Z_{it} representa um conjunto de variáveis externas às empresas.

Todas estas variáveis referem-se à empresa i no momento de tempo t .

A PTF pode ser influenciada pelos fatores externos (Z_{it}), podendo a equação 2.3 ser reescrita do seguinte modo:

$$Y_{it} = A_{it}(Z_{it})F(L_{it}, K_{it}, Z_{it}), \quad (2.4)$$

A PTF pode ser representada pela equação,

$$TFP_{it} = A_{it}(Z_{it}), \quad (2.5)$$

A PTF é decomposta do seguinte modo,¹⁴

$$TFP_{it} = A_{it}(Z_{it})\tau_{it}\omega_{it}, \quad (2.6)$$

em que τ_{it} representa uma medida de eficiência¹⁵ e ω_{it} representa um termo de erro (que capta a natureza estocástica da fronteira). Mastromarco e Zago (2012) reformulam o modelo proposto por Kumbhakar (2004), tornando-o função dos fatores externos, ou seja, A_{it} passa a depender das variáveis externas por via da tendência temporal. Reescrevendo a equação (2.4) em forma de taxas de crescimento:

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 k_{it} + \beta_2 l_{it} + \beta_3 \frac{k_{it}^2}{2} + \beta_4 \frac{l_{it}^2}{2} + \beta_5 l_{it}k_{it} + D_r + T_{it}(z_{it}) - u_{it} + v_{it}, \quad (2.7)$$

Em que as variáveis em letra minúscula são as variáveis atrás identificadas em logaritmo (isto é, $y_{it} = \ln Y_{it}$, etc.), z_{it} é um vetor ($k \times 1$) de variáveis que representam o ambiente envolvente, D_r é um conjunto de *dummies* regionais, $u_{it} = -\ln(\tau_{it})$ representa uma variável aleatória não negativa e $v_{it} = \ln(\omega_{it})$ que segue uma distribuição $N(0, \sigma_v)$ e representa um termo de erro que capta a natureza estocástica da fronteira.

Assume-se que:

$$T_{it}(z_{it}) = \gamma_0 t + \gamma_1 \frac{t^2}{2} + t z'_{it}, \quad (2.8)$$

em que γ é um vetor ($k \times 1$) de parâmetros.

¹⁴ Equação equivalente à equação proposta por Aiello *et al.* (2011) para a decomposição da PTF.

¹⁵ $0 < \tau_{it} \leq 1$, sendo que, quando $\tau_{it} = 1$ a empresa i encontra-se a produzir na fronteira eficiente.

Partindo da função de produção definida em 2.3, os autores definem mudança tecnológica (*TC* – *technical change*) como a variação percentual da produção ao longo do tempo, o que se traduz na equação:

$$TC_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 t + z'_{it}, \quad (2.9)$$

No Quadro 6 são apresentadas as variáveis e respectivas aproximações (*proxies*) que os autores utilizam neste trabalho.

Quadro 6 - Dados e *proxies* usadas em Mastromarco e Zago (2012)

Variáveis	Proxies
<i>Y, output</i>	Valor Acrescentado Bruto (VAB)
<i>K, capital</i>	Valor contabilístico do Ativo Fixo Tangível
<i>L, trabalho</i>	Nº de funcionários
<i>HC, capital humano</i>	Nº médio de anos de escolaridade dos funcionários
<i>R&D SPILL, Spillover Tecnológico</i>	Investimento regional em I&D
<i>R&D, Investigação e Desenvolvimento</i>	Investimento em I&D (ao nível da empresa)
<i>G, infraestruturas públicas</i>	Investimento/gasto público em infraestruturas, nomeadamente, em estradas, aeroportos, transportes, eletricidade, água, telecomunicações, edifícios públicos e hospitais ¹⁶
<i>BI, eficiência bancária regional</i>	Proporção de crédito mal parado/vencido/contencioso sobre o total dos empréstimos ao longo do tempo ¹⁷

Usando uma base de dados contendo informação relativa a 1203 empresas para o período entre 1998 e 2003 os autores procedem à estimação do seu modelo recorrendo ao método da máxima verosimilhança de 1 estágio (*single stage maximum likelihood*) proposto por Kumbhakar *et al.* (1991), na forma modificada sugerida por Battese e Coelli (1992).

Da estimação do modelo referido os autores concluem que as infraestruturas públicas (*G*) não têm um efeito significativo no crescimento da PTF nas empresas em análise.

¹⁶ Os autores recorreram ao trabalho de Mastromarco e Woitek (2006) para determinação da *proxy*.

¹⁷ Os autores recorreram ao trabalho de Zago e Dongili (2011) para determinação desta *proxy*.

Verificam também, que a variável de eficiência bancária (**BI**) tem um impacto positivo no crescimento da PTF.

No que respeita ao capital humano (**CH**), os resultados obtidos revelam que aumentos ao nível desta variável se traduzem, tudo o resto constante, num menor crescimento da PTF, ou seja, o capital humano tem um impacto negativo no crescimento da PTF (resultado semelhante ao verificado em Aiello *et al.*, 2011).

A justificação que os autores encontram para este resultado contraintuitivo é o facto da *proxy* usada no cálculo desta variável ser o número médio de anos de escolaridade dos funcionários de cada empresa,¹⁸ o que é uma medida geral de capital humano e não uma medida específica (Mastromarco e Zago, 2012).

No que toca às variáveis relacionadas com investimento em I&D (**R&D**) e *spillovers* tecnológicos (**R&D SPILL**), os resultados demonstram que têm um impacto positivo no crescimento da PTF nas empresas em análise.

A nível setorial os autores repartem as empresas analisadas de acordo com a taxonomia de Pavitt, à semelhança do trabalho de Aiello *et al.* (2011) mas não retiram conclusões sobre estes resultados em cada tipo de setor, apenas referem que os mesmos se verificam em toda a amostra.

Os autores defendem que a aplicação da sua metodologia, na medida em que ajuda a identificar alguns dos determinantes da eficiência das empresas, pode ser útil na determinação de políticas adequadas aos diferentes setores (Mastromarco e Zago, 2012).

Na próxima secção iremos descrever a abordagem metodológica por nós adotada, o modelo estimado e os resultados obtidos.

¹⁸ Os autores multiplicam o número de funcionários de cada empresa pelo número médio de anos de escolaridade.

4. Análise empírica: um estudo baseado na SABI

4.1 Metodologia: abordagem adotada

Nesta análise iremos aplicar uma abordagem semelhante à usada por Mastromarco e Zago (2012) mas com algumas alterações, nomeadamente ao nível das *proxies* utilizadas (em parte devido à indisponibilidade de dados semelhantes aos usados no estudo referido) e ao nível do método de estimação utilizado (não recorremos a um modelo de fronteira de produção estocástica).

Consideramos um modelo econométrico de dados em painel, em que a função de produção apresenta a seguinte formulação (estando as variáveis logaritimizadas ou relativizadas):

$$\log Y_{it} = \beta_0 + \beta_1(\log K_{it}) + \beta_2(L_{it}) + \beta_3(CH_{it}) + \beta_4(\log R\&D_{it}) + \beta_5(R\&D\ SPILL_{it}) + \beta_6(G_{it}) + \beta_7(BI_{it}) + V_{it} - U_{it} \quad (2.10)$$

No Quadro 7 são apresentadas as variáveis e respetivas *proxies* utilizadas, as respetivas fontes da informação e as unidades de medida associadas. Note-se que *i* representa a empresa e *t* representa o ano.

Quadro 7 - Dados e proxies usadas

Variáveis	Proxies	Und de Medida	Fonte
<i>Y, output</i>	Valor Acrescentado Bruto (VAB)	Euros	SABI ¹⁹
<i>K, capital</i>	Valor contabilístico do ativo fixo tangível	Euros	SABI
<i>L, trabalho</i>	nº funcionários x (nº de inscritos ensino superior na região / total da população da região)	Proporção de indivíduos	SABI e INE ²⁰
<i>CH, capital humano</i>	Gastos em formação / Total dos salários	Percentagem	SABI
<i>R&D SPILL, Spillover Tecnológico</i>	(Despesa pública em I&D) x Intensidade em I&D de cada empresa	Percentagem	SABI e INE
<i>R&D, Investigação e Desenvolvimento</i>	Despesa das empresas em I&D	Euros	SABI

¹⁹ Dados obtidos na base de dados SABI - Bureau van Dijk ([\deer.fep.up.pt/public/Bib/SABI](http://deer.fep.up.pt/public/Bib/SABI)) em Abril de 2013, a qual consiste numa base de dados com informação contabilística, e outra, de um conjunto de cerca de 500.000 empresas nacionais, num período de 10 anos.

²⁰ Dados retirados dos anuários estatísticos disponíveis no portal *online* do Instituto Nacional de Estatística em Abril de 2013.

<i>G, infraestruturas públicas</i>	Despesa pública em infraestruturas / Total despesa pública	Percentagem	INE
<i>BI, eficiência bancária</i>	(Total de crédito vencido) / (Total do crédito)	Percentagem	BP ²¹

Relativamente às *proxies* utilizadas são pertinentes as seguintes observações.

Quanto à variável dependente, *output (Y)* a *proxy* utilizada é o VAB e efetuamos o seu cálculo seguindo a seguinte fórmula:

VAB = (Vendas + Prestação de Serviços + Variação de Inventários de Produção + Trabalhos para a Própria Entidade + Rendimentos Suplementares + Subsídios à Exploração) - (CMVMC²² + FSE's²³ + Impostos Diretos).

A variável trabalho (*L*) é ajustada considerando o efeito do capital humano. Este ajustamento é efetuado pela multiplicação do número de funcionários de cada empresa pela proporção de indivíduos inscritos em formação superior na região, à semelhança do que é efetuado na abordagem de Mastromarco e Zago (2012).²⁴

Em relação ao capital humano (*CH*) não nos foi possível a obtenção de dados para aplicar a *proxy* usada por Mastromarco e Zago (2012), pelo que, usamos uma medida alternativa designada “Intensidade em Formação” - *training intensity* - presente no trabalho de Yang *et al.* (2010). No artigo referido os autores utilizam duas variáveis para medir o investimento em capital humano, a variável *training intensity* (obtida pelo rácio entre gastos em formação e total das remunerações) e a variável *insurance intensity* (obtida pelo rácio entre gastos com seguros e pensões dos funcionários e o total das remunerações). Devido à indisponibilidade de dados que permitissem o cálculo da variável *insurance intensity* optamos por utilizar a variável *training intensity*.

²¹ Dados retirados do Banco de Portugal em Abril de 2013: ([http://www.bportugal.pt/EstatisticasWEB/\(S\(vobbkaqcsmltafihyqylen55\)\)/SeriesCronologicas.aspx](http://www.bportugal.pt/EstatisticasWEB/(S(vobbkaqcsmltafihyqylen55))/SeriesCronologicas.aspx)).

²² Custo da mercadoria vendida e das matérias consumidas.

²³ Fornecimento e serviços externos.

²⁴ Na abordagem de Mastromarco e Zago (2012) o ajustamento é efetuado pela multiplicação do número de funcionários pelo número médio de anos de escolaridade, mas devido à indisponibilidade de dados relativos ao nível de escolaridade dos funcionários das empresas alvo de análise utilizamos a proporção de indivíduos inscritos em formação superior na região Norte. Calculamos a proporção de indivíduos inscritos em formação superior do seguinte modo: (Inscritos no Ensino Superior na Região Norte / Total População Região Norte)

Para a variável de I&D (**R&D**) consideramos os valores das rubricas de "Projetos de Desenvolvimento", "Programas de Computador" e "Propriedade Industrial" presentes no Balanço Analítico das empresas analisadas.

No que respeita aos *spillovers* tecnológicos (**R&D SPILL**) a *proxy* usada por Mastromarco e Zago (2012) considera a proporção de funcionários da empresa com formação superior, para captar a capacidade de absorção de tecnologia por parte da empresa.²⁵ Mas, devido à dificuldade em obter dados relativos aos níveis de formação nas empresas que constituem a nossa base de dados, optamos por aplicar uma medida alternativa para captar esta capacidade de absorção de tecnologia, a “intensidade em I&D”.

De acordo com o trabalho de Cohen e Levinthal (1990) a capacidade de absorção de tecnologia pelas empresas surge como um subproduto do seu investimento em I&D. De acordo com a abordagem proposta pelos autores, a intensidade em I&D é obtida através do rácio entre investimento em I&D e vendas.²⁶

Por fim, no que respeita à variável de infraestruturas públicas (**G**), utilizamos como *proxy* o rácio entre a aquisição de bens e serviços e o total da despesa pública.

O nosso modelo assenta numa base de dados relativos a 44 empresas do setor dos Dispositivos Médicos e 86 empresas do setor Têxtil, para o período temporal compreendido entre 2007 e 2011.

Na próxima subsecção apresentamos os resultados da estimação do modelo acima especificado.

²⁵ Para captar a capacidade de absorção de conhecimento de cada empresa o *stock* de conhecimento regional (assumido como um dado para todas as empresas da região) é multiplicado pela proporção de funcionários com formação superior.

²⁶ No caso de empresas que, pela natureza da sua atividade, não efetuam vendas mas prestam serviços consideramos o valor das prestações de serviços.

4.2 Resultados

Estimamos o nosso modelo, para cada um dos setores, construindo um painel de dados e utilizando o modelo de efeitos fixos (*Fixed Effects Model- FEM*).²⁷

Para ambas as bases de dados usadas na estimação (uma para cada setor analisado) as variáveis *Y*, *K* e *R&D* foram logaritmizadas.

Em seguida apresentamos os resultados da estimação do nosso modelo para os setores Têxtil (subsecção 4.2.1) e dos Dispositivos Médicos (subsecção 4.2.2).

4.2.1 Setor Têxtil

No Quadro 8 apresentamos as principais estatísticas descritivas para as variáveis usadas no setor Têxtil.

Quadro 8 - Principais Estatísticas Descritivas do Setor Têxtil (2007-2011)

Variável	Descrição	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Ln (Y)	Produto em Log	0.000000	18.77312	13.23293	2.243447
Ln (K)	Capital em Log	5.318120	18.93325	13.47404	2.152813
L	Trabalho	0.033505	42.20123	3.141671	5.101565
CH	Capital Humano	0.000000	0.743174	0.167097	0.137947
Ln (R&D)	Investimento em I&D em Log	0.000000	15.95806	5.035302	4.607912
R&D_SPILL	Despesa pública em I&D x Intensidade em I&D de cada empresa	0.000000	4177.199	110.6966	416.1549
G	Despesa pública em infraestruturas / Total despesa pública	0.320160	0.365590	0.353105	0.016807
BI	(Total de crédito vencido) / (Total do crédito concedido)	0.027000	0.059000	0.041500	0.011728

²⁷Este termo está relacionado com o facto de, apesar da variável independente poder variar entre os diferentes indivíduos da amostra, o seu valor individualmente, não varia ao longo do tempo (Gujarati, 2004).

Elaboramos a matriz de correlações entre as variáveis explicativas, de modo a determinar se existem variáveis altamente correlacionadas, o que implicaria a estimação de diferentes alternativas do nosso modelo. O Quadro 9 apresenta a matriz de correlações para as variáveis consideradas no setor Têxtil.

Quadro 9 – Matriz de Correlações do Setor Têxtil

	Ln (K)	L	CH	Ln (R&D)	R&D_SPILL	G	BI
Ln (K)	1.000000	0.612898	0.126078	0.392930	0.097002	0.046034	-0.049784
L		1.000000	0.098764	0.401010	0.088948	0.020010	-0.036394
CH			1.000000	0.241899	0.080676	0.607131	-0.724310
Ln (R&D)				1.000000	0.385564	0.117448	-0.144744
R&D_SPILL					1.000000	0.021041	0.010038
G						1.000000	-0.856467
BI							1.000000

Considerando um limiar de 0.6 para as correlações verificamos que as variáveis **G**, **BI** e **CH** apresentam um nível de correlação muito elevado, pelo que, iremos proceder à estimação de dois modelos, um incluindo a variável **G** e não incluindo **BI** (Modelo I) e outro incluindo a variável **BI** e não incluindo **G** e **CH** (Modelo II).

O Quadro 10 apresenta os testes efetuados que suportam a nossa opção pela estimação de FEM. Verificamos que os resultados das estatísticas de teste χ^2 e F , tal como as probabilidades associadas, nos permitem rejeitar a hipótese nula de que os efeitos *cross section* são redundantes em ambas as especificações do nosso modelo.

Quadro 10 – Teste Cross-Section Fixed Effects

Testes Cross-Section Fixed Effects	Estatística	P-value
Cross-Section F Stat (ModeloI)	2.879152	0.0000
Cross-Section χ^2 Stat (Modelo I)	234.210006	0.0000
Cross-Section F Stat (ModeloII)	2.908943	0.0000
Cross-Section χ^2 Stat (Modelo II)	235.538348	0.0000

Tendo os resultados acima disponibilizados em consideração, no Quadro 11 apresentamos a estimação do nosso modelo nas especificações acima referidas.

Quadro 11 – Resultados da estimação para o Setor Têxtil

	Modelo I	Modelo II
<i>C</i>	5.824712(0.0000)	4.939915 (0.0000)
Ln (<i>K</i>)	0.574711*** (0.0000)	0.576668 (0.0000)
<i>L</i>	3.962102 (0.0370)	0.045262 (0.0606)
<i>CH</i>	-0.290445 (0.1529)	-
Ln (<i>R&D</i>)	0.027736 (0.0001)	0.028368 (0.0000)
<i>R&D SPILL</i>	-7.76E-05 (0.3266)	-0.000102 (0.2319)
<i>G</i>	-1.571001 (0.5040)	-
<i>BI</i>	-	6.003993 (0.2406)
Summary of statistics		
R ²	0.672813	0.673100
R ² (ajustado)	0.584725	0.586312
Log likelihood	-716.8855	-716.6972
F-stat (p-value)	7.637907 (0.000000)	7.755706 (0.000000)
Critério de Akaike	3.762258	3.756731
Critério de Schwarz	4.631719	4.616742
Durbin-Watson stat	1.604650	1.609915

Notas: (1) Nível de significância a 1% (***), 5% (**) e 10% (*); (2) Estimações feitas usando o teste de White.

Pela análise dos resultados obtidos verificamos que em ambas as especificações as variáveis Capital (*K*), Trabalho (*L*) e Investimento em I&D (*R&D*) são estatisticamente

significativas, ao passo que, as variáveis Capital Humano (**CH**), Spillover Tecnológico (**R&D SPILL**), Investimento Público em Infraestruturas (**G**) e Eficiência Bancária (**BI**) não são estatisticamente significativas.

Em seguida iremos apresentar os principais resultados alcançados para o setor dos Dispositivos Médicos.

4.2.2 Setor dos Dispositivos Médicos

No Quadro 12 apresentamos as principais estatísticas descritivas para as variáveis usadas para o setor dos Dispositivos Médicos.

Quadro 12 - Principais Estatísticas Descritivas do setor dos Dispositivos Médicos (2007-2011)

Variável	Descrição	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Ln (Y)	Produto em Log	7.478735	15.97381	12.26472	1.439734
Ln (K)	Capital em Log	6.214608	15.85755	11.51423	1.947443
L	Trabalho	0.033555	6.409067	0.697465	1.174416
CH	Capital Humano	0.000000	0.695602	0.179768	0.147971
Ln (R&D)	Investimento em I&D em Log	0.000000	11.39305	2.785639	3.718013
R&D_SPILL	Despesa publica em I&D x Intensidade em I&D de cada empresa	0.000000	2698.556	84.58574	309.9860
G	Despesa pública em infraestruturas / Total despesa pública	0.320160	0.365590	0.353054	0.016847
BI	(Total de crédito vencido) / (Total do crédito concedido)	0.027000	0.059000	0.041566	0.011727

Tal como no setor Têxtil elaboramos a matriz de correlações entre as variáveis (Quadro 13).

Quadro 13 – Matriz de Correlações do setor dos Dispositivos Médicos

	Ln (K)	L	CH	Ln (R&D)	R&D_SPILL	G	BI
Ln (K)	1.000000	0.633136	0.047179	0.249926	-0.076766	0.000943	0.004284
L		1.000000	-0.034196	0.293338	-0.002212	-0.020896	0.022108
CH			1.000000	0.030457	-0.049486	0.564143	-0.658298
Ln (R&D)				1.000000	0.518622	-0.037108	0.023046
R&D_SPILL					1.000000	-0.038892	0.017256
G						1.000000	-0.856467
BI							1.000000

Considerando, tal como no caso do setor Têxtil, um limiar de 0.6 para as correlações verificamos que as variáveis **G**, **CH** e **BI** têm um nível de correlação muito elevado, pelo que, iremos estimar um modelo considerando a variável **G** e não considerando **BI** (Modelo I) e outro considerando a variável **BI** e não considerando **G** e **CH** (Modelo II).

O Quadro 14 apresenta os testes efetuados que suportam a nossa opção pela estimação FEM: verificamos que os resultados das estatísticas de teste χ^2 e F , tal como as probabilidades associadas, permitem rejeitar a hipótese nula de que os efeitos *cross section* são redundantes.

Quadro 14 – Teste Cross-Section Fixed Effects

Testes Cross-Section Fixed Effects	Estatística	P-value
Cross-Section F Stat (Modelo I)	19.904006	0.0000
Cross-Section χ^2 Stat (Modelo I)	394.730973	0.0000
Cross-Section F Stat (Modelo II)	20.190884	0.0000
Cross-Section χ^2 Stat (Modelo II)	396.270207	0.0000

O Quadro 15 apresenta os resultados da estimação do nosso modelo para o setor dos Dispositivos Médicos nas diferentes especificações.

Quadro 15 – Resultados da estimação para o Setor dos Disp. Médicos

	Modelo I	Modelo II
<i>C</i>	10.30723 (0.0000)	9.978724 (0.0000)
<i>Ln (K)</i>	0.169386*** (0.0000)	0.170588 *** (0.0000)
<i>L</i>	0.455595 (0.0002)	0.427847 (0.0008)
<i>CH</i>	0.073961 (0.7557)	-
<i>Ln (R&D)</i>	-0.014887 (0.0551)	-0.014417 (0.0795)
<i>R&D SPILL</i>	-8.97E-05 (0.3799)	-9.13E-05 (0.3967)
<i>G</i>	-0.778496 (0.5022)	-
<i>BI</i>	-	1.714685 (0.3263)
Summary of statistics		
R^2	0.957831	0.957970
R^2 (ajustado)	0.945605	0.946103
Log likelihood	-43.37703	-43.01541
F-stat (p-value)	78.34127 (0.000)	80.72441 (0.0000)
Critério de Akaike	0.852758	0.840323
Critério de Schwarz	1.626519	1.598609
Durbin-Watson stat	2.097797	2.106976

Notas: (1) Nível de significância a 1% (***), 5% (**) e 10% (*); (2) Estimações feitas usando o teste de White.

Pela análise dos resultados obtidos, tal como acontece para o setor Têxtil, verificamos que em ambas as especificações as variáveis Capital (**K**), Trabalho (**L**) e Investimento

em I&D (***R&D***) são estatisticamente significativas, ao passo que as variáveis Spillover Tecnológico (***R&D SPILL***), Capital Humano (***CH***), Despesa Pública em Infraestruturas (***G***) e Eficiência Bancária (***BI***) não o são.

No próximo capítulo iremos apresentar as principais conclusões do nosso estudo.

5. Conclusões

Alguns dos resultados obtidos com a aplicação do nosso modelo são consistentes com os alcançados nos trabalhos analisados na secção 3.2, nomeadamente nos trabalhos de Aiello *et al* (2011) e de Mastromarco e Zago (2012), e ao mesmo tempo permitem analisar o impacto de alguns dos objetivos definidos no Plano de Ação.

Relativamente ao Investimento em I&D (**R&D**), os resultados alcançados no setor Têxtil revelam o impacto positivo que esta variável tem no crescimento do *output* das empresas, o que indica que o aumento do investimento em atividades de I&D, tudo o resto constante, se poderá traduzir em ganhos de produtividade nas empresas do setor. Este resultado vai ao encontro de uma das linhas orientadoras do Plano de Ação, que define o apoio a atividades de I&D empresarial como um dos objetivos do Plano de Ação para o desenvolvimento dos setores e do sistema regional de inovação:

“(...)a promoção da I&D empresarial deve ser considerada uma prioridade absoluta no âmbito do presente plano de acção. (...) o incremento da I&D empresarial é fundamental para dar coerência ao Sistema Regional de Inovação, na medida em que ela – I&D executada nas empresas – é o elemento chave para a articulação entre actividades de I&D, por um lado, e inovação com sucesso comercial, por outro.” (Silva et al., 2008).

Como é referido no Plano de Ação o Sistema Regional de Inovação do Norte, tal como os diversos sistemas setoriais que o compõem, caracterizam-se pela predominância de PME's com fraca capacidade financeira o que constitui um entrave sério ao aumento do investimento em I&D com base em esforço e fundos próprios. Como tal este objetivo deve ser articulado por um lado, com apoios públicos ao investimento e por outro lado com o desenvolvimento do sistema financeiro regional que permita um acesso mais facilitado a capital para empresas que procuram intensificar o seu investimento em atividades de I&D. Este aspeto é fulcral pois os resultados destes investimentos não são imediatos, só se verificam passado algum tempo e são diferidos no tempo. Isto revela a importância que o desenvolvimento do sistema financeiro tem nas atividades de inovação e no crescimento económico (impacto da variável **BI**). Apesar dos nossos resultados não terem sido conclusivos em relação a este aspeto os trabalhos analisados

nos capítulos anteriores demonstram essa importância e no nosso entender a análise do impacto desta variável será fundamental para que os objetivos propostos no Plano de Ação sejam alcançados.

Relativamente ao setor dos Dispositivos Médicos os resultados alcançados em relação ao Investimento em I&D (**R&D**) revelam que esta variável tem um impacto negativo na produtividade das empresas do setor - o aumento do investimento em I&D em 1p.p., tudo o resto constante, implica um decréscimo no crescimento do *output* em 0.01p.p (este resultado verifica-se em ambas as especificações do nosso modelo para este setor).

Tendo em conta que este setor se caracteriza pela elevada intensidade em conhecimento das suas atividades; seria de esperar que o resultado fosse oposto; mas o facto de este sector ser bastante recente na região, ainda não ter uma base empresarial estável e o facto de as atividades de I&D serem, habitualmente, internas às empresas e implicarem elevados investimentos faz com que o impacto desse investimento no *output* das empresas não seja imediatamente verificável. Estes resultados suportam o aspeto anteriormente focado relativamente à importância do apoio financeiro a estas atividades. No nosso entender este objetivo estabelecido no Plano de Ação só será alcançável se forem asseguradas as infraestruturas de apoio financeiro adequadas às empresas dos diferentes setores de atividade (tendo em consideração as características da região). Admitimos que a utilização de uma base de dados mais extensa, quer ao nível do número de empresas analisadas quer ao nível do período temporal considerado, permitiria obter um resultado mais plausível sobre o efeito das atividades de I&D neste setor.

Relativamente à variável Trabalho (**L**), os nossos resultados demonstram que esta tem um impacto positivo na produtividade das empresas em ambos os setores. No setor Têxtil o aumento em 1p.p na variável trabalho, tudo o resto constante, traduz-se num aumento em 3.96p.p (modelo I) e 0,05p.p (modelo II) no crescimento do *output*, enquanto no setor dos Dispositivos Médicos um aumento na mesma proporção do fator trabalho, tudo o resto constante, se traduz num aumento do crescimento do *output* em 0.46p.p (modelo I) e 0.43p.p. (modelo II).

Tendo em consideração que a variável Trabalho (**L**) foi ajustada, para ambos os setores, considerando o efeito do Capital Humano - conforme explicado na secção 3 - podemos

concluir que a via pela qual o Capital Humano afeta a produtividade das empresas é através do seu efeito de melhoria da eficiência do fator trabalho e não através de um efeito direto na produtividade. Esta conclusão permite confirmar o papel fundamental que o Capital Humano e a aposta na formação e valorização do fator trabalho têm no desenvolvimento setorial, papel esse claramente reconhecido no Plano de Acção. Uma das linhas de acção deste plano diz respeito à formação de recursos humanos para actividades de I&D e uma outra à formação específica para a gestão da tecnologia e redes de conhecimento. Estas linhas de acção revelam a importância que o Capital Humano tem para o desenvolvimento de um sistema de inovação.

“O desenvolvimento de conhecimento específico (...) poderá elevar a eficiência nos processos de interacção no Sistema Regional de Inovação e consubstanciar-se num mais rápido e abrangente processo sistémico de inovação.”

(Silva *et al.*, 2008, p.123)

Apesar de termos incluído no nosso modelo uma variável para o Capital Humano (**CH**), que capta os esforços de formação por parte de cada empresa e, assim, o aspeto de melhoria do fator trabalho das empresas através do investimento em formação (conforme explicado na secção 3), os resultados obtidos não são estatisticamente significativos. Este resultado pode indicar que os esforços das próprias empresas na formação dos seus funcionários não serão a via pela qual o CH melhora a produtividade do fator trabalho, mas sim o grau de formação dos funcionários e os seus esforços em obter graus de formação superior, nomeadamente, licenciatura, mestrado, pós-graduações, doutoramento, *etc.*

No que diz respeito à variável Capital (**K**), os nossos resultados demonstram que tem um impacto positivo no crescimento do *output* em ambos os setores analisados – no setor Têxtil o aumento em 1p.p. no capital, tudo o resto constante, implica um aumento em 0.57p.p. no crescimento do *output*, ao passo que no setor dos Dispositivos Médicos esse aumento é de apenas 0.17p.p. Estes resultados podem ser analisados em conjunto com os resultados obtidos relativamente à variável trabalho (**L**) e justificados pelas características específicas de cada setor.

O setor Têxtil é um setor caracterizado pela baixa intensidade tecnológica e o capital físico (equipamentos, maquinaria, *etc.*) tem um papel fulcral na atividade das empresas, sendo a intensificação de capital fundamental para o aumento da produtividade e desenvolvimento do setor. Por outro lado, o capital humano não tem um papel tão importante na atividade das empresas, devido às características do próprio setor, o que faz com que o investimento neste tipo de capital não se traduza em ganhos de produtividade tão elevados como os obtidos com o investimento em capital físico (impacto superior da variável *K* em relação à variável *L*).

No caso do setor dos Dispositivos Médicos, a situação é oposta. Sendo o setor caracterizado pela elevada intensidade em conhecimento, o capital humano terá maior importância na atividade das empresas do que o capital físico, pelo que o aumento do investimento em capital humano se irá traduzir em ganhos de produtividade superiores aos alcançados com o investimento em capital físico (impacto superior da variável *L* em relação à variável *K*).

Podemos assim concluir que os nossos resultados são consistentes com as características estruturais de cada um dos setores analisados ao nível do impacto do capital físico e do capital humano na produtividade das empresas e consequentemente, no desenvolvimento dos setores e dos sistemas de inovação nos quais estão inseridos.

Um dos objetivos definidos no Plano de Ação para o desenvolvimento regional é a intensificação tecnológica dos setores tradicionais e os nossos resultados demonstram que esta intensificação - quer pelo investimento em I&D quer pela intensificação do fator Capital (por exemplo, através da aquisição de maquinaria e equipamentos) – se traduz efectivamente em ganhos de produtividade nas empresas deste tipo (neste caso o setor Têxtil). Mas este objetivo não deve passar exclusivamente pela intensificação tecnológica, deve ser articulado com a intensificação do Capital Humano - de acordo com os nossos resultados a variável Capital Humano (por via da melhoria da eficiência do fator Trabalho) tem um impacto superior na produtividade das empresas deste tipo de setor quando comparado com o investimento em I&D.

No que respeita ao efeito do *Spillover* Tecnológico (***R&D SPILL***), não nos foi possível analisar a variável nem testar a hipótese da produção do setor privado depender da disponibilização de infraestruturas (impacto da variável *G*). Consideramos que a análise

do impacto destas variáveis daria uma contribuição bastante importante para a análise destes setores e para a construção das medidas de política mais indicadas para potenciar o desenvolvimento dos mesmos e dos sistemas de inovação em que se inserem. No caso específico do *Spillover* Tecnológico apesar dos nossos resultados não serem estatisticamente significativos, todos os trabalhos analisados revelam que esta variável tem um papel fundamental para o desenvolvimento de um sistema de inovação e o Plano de Ação foca este aspecto ao estabelecer como objetivo o incentivo às interações entre os diferentes agentes do sistema de inovação, nomeadamente entre unidades de I&D e empresas.

Na nossa opinião a análise desenvolvida neste trabalho, poderia ser melhorada em duas vertentes fundamentais. Uma delas seria o aumento da amostra analisada, composta por um total de 130 empresas, ao passo que no trabalho de Oh *et al.* (2011) a amostra utilizada é de 1209 empresas e nos trabalhos de Aiello *et al.* (2011) e Mastromarco e Zago (2012) é de 913 empresas em ambos. Por outro lado, julgamos que a análise proposta beneficiaria com uma metodologia de estimação alternativa, nomeadamente recorrendo ao método de fronteira de produção estocástica. Este método revela ser mais adequado para uma análise deste tipo pelo facto de permitir uma decomposição mais fiável do *output* e a identificação dos fatores que influenciam o crescimento da PTF.

“In addition, SFA permits the determinants of efficiency to be taken explicitly into account and, hence, allows identification of the driving factors which explain TFP growth.” (Aiello *et al.*, 2011, p. 789)

Neste trabalho não nos foi possível efetuar a estimação pelo método de fronteira de produção estocástica pela indisponibilidade de dados que permitissem este tipo de estimação.

De um modo geral e considerando os resultados obtidos podemos concluir que as principais linhas de ação advogadas no Plano de Ação se traduzem, efetivamente, em ganhos de produtividade nos setores em análise, o que contribui para o desenvolvimento dos sistemas setoriais de inovação que integram e, conseqüentemente para o desenvolvimento do Sistema Regional de Inovação da região Norte.

Referências

- Aiello, F.; Mastromarco, C.; Zago, A. (2011) “Be productive or face decline. On the sources and determinants of output growth in Italian manufacturing firms”, *Empirical Economics*, Vol.41, pp. 787-815.
- Aigner, D.; Lovell, C.A.; Schmidt, P. (1977), “Formulation and estimation of stochastic frontier production function models”, *Journal of Econometrics*, Vol. 6, pp. 21-37.
- Asheim, B. T.; Smith, H. and Oughton, C. (2011), “Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy”, *Regional Studies*, Vol. 45, Nº.7, pp. 875–891.
- Banco de Portugal (2012), “Análise setorial da indústria dos têxteis e vestuário”, Estudos da Central de Balanços, Nº6, novembro de 2012.
- Battese, G.E.; Coelli, T.J. (1992), “Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India”, *The Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, pp. 153-169.
- Carlsson, B.; Jacobsson, S.; Holmén, M. and Rickne, A. (2002), “Innovation systems: analytical and methodological issues”, *Research Policy*, Vol.31, pp.233–245.
- CENIT – Centro de Inteligência Têxtil (2009), “Análise da Indústria Têxtil e Vestuário no Norte de Portugal e Galiza: consolidação da complementaridade do “cluster” transfronteiriço na Euroregião”, retirado de: http://www.euroclustex.eu/fotos/editor2/analise_da_industria_textil_e_vestuario_d_e_portugal_e_galiza.pdf
- Cohen, Wesley M.; Levinthal, Daniel A. (1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, Nº1, pp. 128-152.
- David, P. (1992), “Computer and the Dynamo: the unclear productivity paradox in a not too distant mirror”, *OECD Seminar on Science, Technology and Economic Growth*, Paris.
- Diretiva nº. 2007/47/CE, de 5 de Setembro de 2007.

Decreto-lei nº. 145/2009, de 17 de Junho.

Edquist, C. (1997), “*Systems of innovation approaches – their emergence and characteristics*”, in Edquist, C. (ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, pp. 1-35, Pinter, London.

Edquist, C. (2005), “*Systems of Innovation: Perspectives and Challenges*” in Fagerberg, J., Mowery, D, and Nelson, R. (eds.), *Oxford Handbook of Innovation*, UK, pp. 181-208, Oxford University Press, Nova Iorque.

Fagerberg, J. (2000), “Technological progress, structural change and productivity growth: a comparative study”, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 11, pp. 393-411.

Frenz, M. and Oughton, C. (2005) “*Innovation in the UK Regions and Devolved Administrations: A Review of the Literature*”, Relatório para o Ministério do Comércio e Indústria.

Gujarati, Damodar N. (2004), “*Panel Data Regression Models*” in Gujarati, Damodar N. (eds), *Basic Econometrics* 4th edition, pp. 636-655, The McGraw–Hill Companies, Nova Iorque.

Hall, B. (2011), “Using productivity growth as an innovation indicator”, *Report for the High Level Panel on Measuring Innovation*, DG Research, European Commission.

Instituto Superior de Economia e Gestão (2010), “Sustentabilidade e Competitividade na Saúde em Portugal”.

Johnson, A.; Jacobsson, S. (2003), “*The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish wind turbine industries*”, in S. Metcalfe and U. Cantner (eds.), *Transformation and development: Schumpeterian Perspectives*, Springer, Heidelberg.

King RG; Levine R (1993a), “Finance and growth: Schumpeter might be right”, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108, Nº 3, pp.717–737.

King RG; Levine R (1993b), “Finance, entrepreneurship, and growth”, *Journal of Monetary Economics*, Vol. 32, Nº 3, pp.513–542.

- Klepper, S. (1996), "Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle", *American Economic Review*, Vol. 86, pp. 562–583.
- Kumbhakar, C.; Gosh, S.; McGuckin, J.T., (1991), "A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms", *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 9, N° 3, pp. 279-286.
- Kumbhakar, C., (2004), "Productivity and technical change: Measurement and testing", *Empirical Economics*, Vol. 29, pp. 185-191.
- Levin, R.; Klevorick, A.; Nelson, R.; Winter, S., (1987) "Appropriating the returns from Industrial R&D", *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 3, pp. 783–831.
- Liu, X.; White, S. (2001), "Comparing Innovation Systems: A framework and Application to China's Transitional Context", *Research Policy*, Vol. 30, pp. 91-114.
- Lucchetti, R.; Papi, L.; Zazzaro, A. (2001), "Bank's inefficiency and economic growth: a micro-macro approach", *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 48, N° 4, pp. 400-424.
- Lundvall, B.A., Josep K., Chaminade, C. and Vang, J. (2009), in *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*, Oxford University Press, Nova Iorque.
- Malerba, F.; L. Orsenigo (1996), "Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific", *Research Policy*, Vol. 25, pp. 451-478.
- Malerba, F. (2002), "Sectoral systems of innovation and production", *Research Policy*, Vol. 31, pp. 247–264.
- Malerba, F. (2004), "Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe", *Cambridge University Press*, UK.
- Malerba, F. (2005a), "Sectorial systems: how and why innovation differs across sectors" in Fagerberg, J., Mowery, D, and Nelson, R. (eds.) *Oxford Handbook of Innovation*, UK, pp. 380-406, Oxford University Press, Nova Iorque.

- Malerba, F. (2005b), “Sectoral systems of innovation: a framework for linking innovation to the knowledge base, structure and dynamics of sector”, *Economic of Innovation and New Technology*, Vol. 14, Nº. 1–2, pp. 63–82.
- Mastromarco, C.; Woitek, U. (2006), “Public infrastructure investment and efficiency in Italian regions”, *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 25, pp. 57-65.
- Mastromarco, C.; Zago, A. (2012), “On modeling the determinants of TFP growth”, *Structural Change and Economic Dynamics*, Vol. 23, pp. 373-382.
- Morrison, C; Schwartz, E. (1996), “State Infrastructure and Productive Performance”, *The American Economic Review*, Vol. 86, Nº 5, pp. 1095-1111.
- Oh, D.; Lee, J.; Ahn, J (2011), “Evaluation of Sectoral Innovation System with Productivity Decomposition: Application to Korean Healthcare Sector”, *PICMET: Portland International Center for Management of Engineering and Technology*, Proceedings , Art. Nº. 6017933.
- Pavitt, K. (1984), “Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory”, *Research Policy*, Vol. 13, pp. 343–373.
- Silva, M. R.; Alexandre, A.; Santos, C. e Mota, L. (2008), *Agenda regional da Inovação – Plano de Ação para a Inovação no Norte de Portugal 2008-2010*, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N), Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.
- Solow, Robert M. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, Nº 1, pp. 65-94.
- Stiglitz, J. E. (1996), “Some Lessons from the East Asian Miracle”, *World Bank Research Observer*, Vol. 11(2), pp. 151-177.
- Von Hippel, E. (1994), “Sticky Information and the locus of problem solving: implications for innovation”, *Management Science*, Vol. 40, Nº4, pp.429-439.
- Yang, Chih-Hai; Lin, Chun-Hung; Ma, Daw (2010), “R&D, Human Capital Investment and Productivity: Firm-level Evidence from China’s Electronics Industry”, *China & World Economy*, Nº5, Vol.18, pp. 72-89.

Zago, A.; Dongili, P. (2011), "Credit quality and technical efficiency in banking", *Empirical Economics*, Vol. 40, pp. 537-558.

Fontes de Informação

<http://www.apormed.pt>

<http://www.ine.pt>

<http://www.euroclustex.eu>