FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

"Contributos bioclimáticos para o planeamento urbano sustentável:

medidas de mitigação e de adaptação enquanto resposta às alterações climáticas"

Vânia Fonseca Moreira de Carvalho

Dissertação submetida para satisfação dos requisitos do grau de mestre

em

Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano

Dissertação realizada sob a supervisão

da Professora Doutora Ana Monteiro,

do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto

e do Professor Doutor Henrique Barros,

do Serviço de Higiene e Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto

Porto, Dezembro de 2006

Resumo

As mudanças climáticas transformaram-se em factos reais com repercussões no quotidiano de milhões de pessoas do Planeta que hoje habitamos e que nos reclama a necessidade urgente de cooperarmos na sua protecção e na utilização de meios capazes de potenciar o que ele gratuitamente nos oferece.

Por um lado, os estudos realizados no domínio das alterações climáticas revelam uma posição consensual acerca dos contributos do homem na artificialialização do *sistema climático*, nomeadamente, através da emissão de Gases de Efeito de Estufa (GEE). Os erros antrópicos resultantes da ausência de uma optimização do recurso natural clima no uso do território, exigindo um excesso de consumo de electricidade, não permitem ao planeamento urbano escapar nesta teia de co-responsabilização na intensificação das modificações climáticas.

Por outro lado, as ondas de calor têm-se feito sentir com mais frequência e intensidade, nos últimos anos, em Portugal e toda a Europa. A gravidade dos seus efeitos originou um encontro mundial por parte da Organização Mundial de Saúde, em Bratislava, em 2004, do qual resultaram uma série de medidas que visavam a sua minimização. De entre um conjunto de alternativas, foi sublinhada a ideia da necessidade urgente de responsabilizar o planeamento urbano na procura de soluções que passassem pela melhoria do desenho urbano e pela atenuação das «Ilhas de calor urbano».

Nesse sentido, o presente estudo visa o estabelecimento de considerações bioclimáticas que deverão ser incluídas na actividade do planeamento urbano. Tais considerações não dispensam uma análise espacial a diferentes escalas, realizadas desde uma leitura das condições naturais de um local, passando por uma abordagem de carácter urbanístico até ao pormenor da escala do edificado.

Esta abordagem de análise do território tem, assim, como objectivo reconhecer a necessidade de que o planeamento urbano para ser sustentável deve incluir soluções bioclimáticas, por um lado, para conseguir reduzir o consumo excessivo de energia poluente e não renovável e, por outro lado, para contribuir para a minimização dos impactes no bem-estar e saúde dos indivíduos resultantes do aquecimento global.

Deste modo, o presente trabalho esforçar-se-á para indicar um caminho metodológico de análise bioclimática do território que, no presente, seja capaz de ser incorporado pelos instrumentos de gestão territorial e, no futuro, constituir uma referência útil para a prevenção do risco bioclimático. Na sequência da existência de uma amostra de doentes vítimas de enfarte de miocárdio que estão a ser acompanhados, no que diz respeito a hábitos alimentares, actividade física, sintomas que indiciam determinadas doenças, doenças de família, entre outros aspectos, por uma equipa de investigação de epidemiologia do Hospital de S. João, e aproveitando esse percurso metodológico referido, consideramos desde já, ser uma mais valia avaliar o contexto bioclimático desses indivíduos, especialmente, vulneráveis a eventos climáticos extremos.

Abstract

Climatic changes are now real facts with consequences in the daily routine of millions of people on the planet we inhabit, which provokes us an urge for cooperating in its protection and in the usage of more capable means of improving what it offers us for free.

On the one hand, carried out studies of climatic changes reveal a consensual position about men's contributions as far as climatic system artificialization is concerned, namely through the Green House Effect. Antropic mistakes that result from the absence of an optimization of the climate concerning the territory, demanding an excessive electricity consumption, don't allow the urban planning to escape this co-responsabilization net in climatic changes.

On the other hand, the heat weaves have been felt more frequently and intensely, in the last years, in Portugal and in all Europe. The seriousness of its effects led to a world meeting promoted by the World Health Organization, in Batislava, in 2004, from which resulted a series of measures that intend upon its minimization. Among a group of alternatives, it was underlined the urgent need to hold the city planning responsible for the search for solutions which imply improving the town plan and fading the "urban heat islands".

In that sense, this study aims the establishment of bioclimatic considerations which should be included in the urban planning activity. Such considerations do not release a spatial analysis to several scales, accomplished by reading the natural conditions of a place, going through an urban approach till the detail of the building scale.

Consequently, so as to be sustainable, this territory approach aims to recognise that urban planning has to include bioclimatic solutions, on the one hand, to reduce the excessive consumption of polluting and non-renewable energy, and, on the other hand, to contribute to the minimization of the impacts of the individual well being and health that result from global warming.

This essay will make an effort to indicate a territory bioclimatic analysis methodogically way that is presently capable of being incorporated by territorial management instruments, and that, in the future, constitutes an useful reference to bioclimatic risk prevention. In the sequence of the existence of a sample of pacients victims of myocardial infarct who are being followed, concerning their eating habits, physical activity, symptoms of certain diseases, hereditary illnesses, among other aspects, by an epidemiology investigation team of Hospital S. João, and taking advantage of that mentioned methodological course, we think it is suitable to evaluate the bioclimatic background of those individuals, specially vulnerable to external climatic events.

Agradecimentos

À professora Ana Monteiro, à minha referência profissional e científica, que me lançou, desde cedo, o desafio dos primeiros passos de investigação. Agradeço profundamente a disponibilidade permanente, o incentivo constante e a amizade.

Ao professor Henrique Barros pela sua disponibilidade em partilhar o estudo, das pessoas para as quais dedica a sua vida, de todos aqueles a quem a doença os fragilizou. Grata pela oportunidade de demonstrar a importância na prevenção do risco bioclimático.

Ao professor Manuel Barros e todos os funcionários do Observatório Meteorológico da Serra do Pilar (IGUP) por me terem acolhido sempre tão gentilmente para que pudesse recolher e tratar a informação climatológica.

À Eng. Olga Mayan e Eng. Joana Madureira, investigadoras do Instituto Ricardo Jorge, pelos seus esforços na monitorização térmica dos edifícios. Ainda que as dificuldades não o tenham permitido, não podia deixar de agradecer a intenção.

Às colegas Flora Silva e Joana Silveiro agradeço o tempo que dispenderam em escutar algumas dúvidas e as sugestões que as resolveram.

Aos meus amigos, pelas vezes que este trabalho me privou da companhia deles, obrigada por terem compreendido.

Aos meus queridos pais, pelos esforços sucessivos e incansáveis, porque acreditaram que valia a pena oferecerem-me uma cana de pesca. Esforçar-me-ei para partilhar as mais valias deste estudo com o mesmo amor.

Ao meu único, e especial, irmão por ter desbravado em primeiro lugar o caminho que agora percorro, por me ter feito acreditar que seria capaz de o percorrer e, sobretudo, por me ter feito perceber que só seria feliz se o percorresse.

Ao colega geógrafo, José Teixeira, agradeço todo o apoio cartográfico através dos SIG e à mesma pessoa, ao Zé, ao meu outro eu, por me ter reconfortado em todos os momentos de dúvida e de receio.

Dedicatória

Ao "ponto negro" do Universo que nos acolhe,
em memória dos nossos ancestrais
e em missão de dever às gerações vindouras.

Índice

Resumo 3
Abstract 5
Agradecimentos 7
Índice 11
Índice de figuras 13
Índice de tabelas 14
Índice de cartas 15
Índice de quadros 15

INTRODUÇÃO 21

CAP. 1 – PROBLEMÁTICA 23

1.1. Apresentação da Problemática 25
1.1.1 Tendências do *sistema climático* 25
1.1.2 Impactes das alterações climáticas 26
1.1.3 Medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas 29

1.2 Objectivos da investigação 31

CAP. 2 – PLANEAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL 33

2.1. Visão do planeamento urbano sustentável 35

2.2. Contributo da climatologia para o planeamento urbano sustentável 36
2.2.1 O contributo da climatologia na aplicação dos princípios de desenvolvimento sustentável 38
2.2.2 O papel da climatologia aplicada 40
2.2.3 Leis e instrumental analítico da climatologia 43

CAP. III – BIOCLIMATOLOGIA 47

3.1. Bioclimatologia humana 49

3.2 Processos térmicos do corpo humano 51
3.2.1Formas de condução de calor 51
3.2.2 Mecanismos de Termo-Regulação 52

3.3. Conforto Térmico 54
3.3.1 Variáveis de Conforto Térmico 54
3.3.2 Balanço Termo-Fisiológico 63
3.3.3 Índices de Conforto Térmico 65
3.3.4 Diagramas Bioclimáticos 73

CAP. IV – CONSIDERAÇÕES BIOCLIMÁTICAS NO PLANEAMENTO URBANO 85

4.1. Exemplos de contributos bioclimáticos no território 87

4.2 Condicionantes de contextos bioclimáticos 94
4.2.1. Condições naturais 95
4.2.1.1 Presença de vegetação 95
4.2.1.2 Morfologia 97
4.2.1.3. Distância ao mar e rio 103
4.2.2. Condicionantes Urbanísticas 104
4.2.2.1 Relação da vegetação com o espaço público 104
4.2.2.2 Orientação das ruas 106
4.2.2.3 Geometria do espaço público 107
4.2.2.4 Sky View Factor 111
4.2.2.5 Densidade do desenho urbano 111
4.2.2.6 Porosidade 113

4.2.3 Opções arquitectónicas e de construção 118
4.2.3.1 Presença árvores envolvente edifício 118
4.2.3.2 Relação do edifício com massas de água 119
4.2.3.3 Orientação de edifícios 119
4.2.3.4 Número de fachadas exteriores do edifício 123
4.2.3.5 Forma e Altura do edifício 124
4.2.3.6 Aberturas 125
4.2.3.7 Propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes 131
4.2.4 Condicionantes espaciais do micro-clima *outdoor* e *indoor* 138

4.3. Recomendações bioclimáticas para o planeamento urbano *141*

CAP. V – PROPOSTA METODOLÓGICA DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA 143

5.1 Proposta metodológica de análise bioclimática aplicada ao território *145*

5.2. Papel dos instrumentos de gestão territorial no planeamento bioclimático *148*
5.2.1 Breve apresentação dos instrumentos de gestão territorial 148
5.2.2 Potencialidades e limitações dos instrumentos de gestão territorial no planeamento bioclimático 149
5.2.2.1No planeamento urbano "de raiz" 149
5.2.2.2 Na reabilitação urbana de Zonas Históricas e em Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística 156

5.3 Proposta de criação de planos de prevenção de risco bioclimático *159*

Cap.6 – CASO DE ESTUDO - Aplicação metodológica de análise bioclimática da habitação de uma amostra de doentes vítimas de enfarte de miocárdio 163

6.1. Justificação da amostra *165*

6.2 Contextualização da área em estudo *168*

6.3. Aplicação metodológica de análise bioclimática à cidade do Porto *169*
6.3.1 Caracterização climática do Porto 169
6.3.1.1Tendências seculares do clima do Porto 169
6.3.1.2 Distribuição sazonal dos elementos climáticos 173
6.3.1.3 Episódios climáticos extremos: ondas de calor e vagas de frio 184
6.3.2 Caracterização bioclimática da cidade do Porto 186
6.3.2.1 Método de Givoni 188
6.3.2.2 Método de Watson & Labs 190
6.3.2.3 Método de Szokolay 191
6.3.2.4 Método de Mahoney 196
6.3.3 Previsões de análise bioclimática para a cidade do Porto 201
6.3.4 Condições naturais do território portuense 202
6.3.4.1 Condições naturais de radiação solar da cidade do Porto 203
6.3.4.2 Condições naturais de exposição aos ventos predominantes da cidade do Porto 211
6.3.4.3 Condições naturais de humidade absoluta da cidade do Porto 217
6.3.5 Avaliação bioclimática das condições da habitação de doentes vítimas de enfarte de miocárdio 229
Considerações finais 259
Bibliografia 272
Sites Consultados 279
Apêndices 280
Anexos 361

Índice de figuras

FIGURA 1 – ESQUEMATIZAÇÃO DA ESTRUTURA DA TESE 22
FIGURA 2 – NOÇÃO DE RISCO NATURAL 29
FIGURA 3 – POLÍTICA DE RESPOSTA ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 30
FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO TAXONÓMICA DO CLIMA 45
FIGURA 5 – FORMAS DE TRANSMISSÃO DE CALOR ENTRE O CORPO HUMANO E AMBIENTE 53
FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DO BALANÇO TÉRMICO HUMANO 53
FIGURA 7 – VARIÁVEIS INFLUENTES NA NOÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO 54
FIGURA 8 - REPRESENTAÇÃO DA SUPERFÍCIE CORPORAL EM FUNÇÃO DA ALTURA E DO PESO 56
FIGURA 9 – RESISTÊNCIA TÉRMICA DE ALGUMAS PEÇAS DE VESTUÁRIO 57
FIGURA 10 – DIFERENTES PARÂMETROS DE ADAPTAÇÃO PSICOLÓGICA 63
FIGURA 11 – ESCALA DE SENSAÇÃO TÉRMICA PROPOSTA POR FANGER 65
FIGURA 12 - % DE PESSOAS INSATISFEITAS, DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO DE FANGER 65
FIGURA 13 - NÍVEIS DE COMPLEXIDADE DOS DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS 73
FIGURA 14 – DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO SEGUNDO OLGYAY 75
FIGURA 15 – DIAGRAMA DE CONFORTO SEGUNDO CARRIER 76
FIGURA 16 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DEFINIDA POR *ASHRAE 55-74* 78
FIGURA 17 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DEFINIDA POR *ASHRAE 55-81* 78
FIGURA 18 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DEFINIDA POR *ASHRAE 55-92* 78
FIGURA 19 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DEFINIDA POR GIVONI PARA PD'S E PVD'S 80
FIGURA 20 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DEFINIDA POR SZOKOLAY 81
FIGURA 21 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DEFINIDA POR WATSON & LABS 82
FIGURA 22 – TIPOS DE ARQUITECTURA POPULAR EM DIFERENTES ZONAS CLIMÁTICAS 93
FIGURA 23 – VARIAÇÃO DO VENTO COM A ALTITUDE 97
FIGURA 24 – ALTERNÂNCIA DAS BRISAS DE ENCOSTA E DE VALE 98
FIGURA 25 – COMPORTAMENTO DO VENTO AO ATRAVESSAR UM VALE ENCAIXADO 99
FIGURA 26 – COMPORTAMENTO DO VENTO AO ATRAVESSAR O CUME DO MONTE 99
FIGURA 27 – COMPORTAMENTO DO VENTO ATENDENDO À FORMA DA LINHA DE CUMEADA 100
FIGURA 28 – INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO DAS RUAS NA CAPTAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR 107
FIGURA 29 – ÂNGULO DE OBSTRUÇÃO SOLAR RESULTANTE DA GEOMETRIA DO ESPAÇO PÚBLICO 107
FIGURA 30 – OBSTRUÇÃO SOLAR RESULTANTE DAS CONDIÇÕES MORFOLÓGICAS 109
FIGURA 31 – OBSTRUÇÃO SOLAR RESULTANTE DA GEOMETRIA E ORIENTAÇÃO DAS RUAS 110
FIGURA 32 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO SKY VIEW FACTOR 111
FIGURA 33 – REPRESENTAÇÃO FOTOGRÁFICA DO SKY VIEW FACTOR 111
FIGURA 34 – INFLUÊNCIA DA DISPOSIÇÃO DOS EDIFÍCIOS NO COMPORTAMENTO DO VENTO 113
FIGURA 35 – EFEITOS AERODINÂMICOS DO VENTO INFLUENCIADOS PELA POROSIDADE 116
FIGURA 36 – COMPORTAMENTO DO VENTO INFLUENCIADO PELA RUGOSIDADE 117
FIGURA 37 – INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE NAS DIFERENÇAS DE VENTILAÇÃO URBANA 117
FIGURA 38 – INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS NA TEMPERATURA DO AR (ºC) 118
FIGURA 39 – INFLUÊNCIA DO TIPO DE VEGETAÇÃO NAS CONDIÇÕES DE CAPTAÇÃO SOLAR 119
FIGURA 40 – INFLUÊNCIA DE MOSAICOS DE ÁGUA NA TEMPERATURA DA ENVOLVENTE DO EDIFÍCIO 119
FIGURA 41 – INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO DAS FACHADAS NAS CONDIÇÕES DE RADIAÇÃO SOLAR 121
FIGURA 42 – ORIENTAÇÃO PREFERENCIAL DOS EDIFÍCIOS EM CLIMAS TEMPERADOS 122
FIGURA 43 – VIVENDA UNIFAMILIAR COM DUAS FACHADAS E BLOCO LATERAL COM UMA SÓ FACHADA 123
FIGURA 44 – INFLUÊNCIA DA TIPOLOGIA DE HABITAÇÃO NAS PERDAS DE CALOR 124
FIGURA 45 – INFLUÊNCIA DAS ABERTURAS NAS CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO DE UM EDIFÍCIO 125
FIGURA 46 - INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE JANELAS NAS CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO DE UM EDIFÍCIO 126
FIGURA 47 – FORMAS DE CAPTAÇÃO DE VENTOS PREDOMINANTES 126
FIGURA 48 – INFLUÊNCIA DE ABERTURAS JUNTO AO SOLO 126
FIGURA 49 – EXEMPLOS DE SISTEMAS DE PROTECÇÃO SOLAR EXTERIORES DE JANELAS 130
FIGURA 50 – FORMAS DE TRANSMISSÃO DE CALOR ATRAVÉS DOS MATERIAIS 132
FIGURA 51 - RADIAÇÃO SOLAR EM SUPERFÍCIES OPACAS 133
FIGURA 52 – INFLUÊNCIA DA REFLECTIVIDADE NA TEMPERATURA DO EDIFÍCIO 134
FIGURA 53 – RADIAÇÃO SOLAR EM SUPERFÍCIES TRANSPARENTES 137
FIGURA 54 – FACTORES DE DIFERENTE ESCALA TERRITORIAL INFLUENTES NOS CONTEXTOS TÉRMICOS INDOOR E *OUTDOOR* 138
FIGURA 55 – IDENTIFICAÇÃO DE CONDICIONANTES ESPACIAIS DO MICRO-CLIMA *OUTDOOR* E *INDOOR* 139
FIGURA 56 - RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA O PLANEAMENTO URBANO 141
FIGURA 57 – PAPEL DO REGULAMENTO GERAL DE EDIFICAÇÕES URBANAS NA PRÁTICA BIOCLIMÁTICA 155
FIGURA 58 – PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE PLANOS DE PREVENÇÃO DE RISCO BIOCLIMÁTICO 161

FIGURA 59 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA EM ESTUDO 168
FIGURA 60 – COMPORTAMENTO SECULAR DA TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA REGISTADA NO IGUP 170
FIGURA 61 – EVOLUÇÃO DO Nº DIAS COM TEMPERATURA MÁXIMA SUPERIOR E IGUAL A 0 ºC 171
FIGURA 62 – EVOLUÇÃO SECULAR DO Nº DE NOITES TROPICAIS 171
FIGURA 63 – EVOLUÇÃO SECULAR DO Nº ANUAL DE DIAS DE VERÃO 171
FIGURA 64 – EVOLUÇÃO SECULAR DO Nº DIAS MUITO QUENTES 172
FIGURA 65 – EVOLUÇÃO SECULAR DO TOTAL DE PRECIPITAÇÃO 172
FIGURA 66 – EVOLUÇÃO DA HUMIDADE RELATIVA MÉDIA 172
FIGURA 67 – EVOLUÇÃO DA INSOLAÇÃO RELATIVA MÉDIA 173
FIGURA 68 – EVOLUÇÃO SECULAR DA NEBULOSIDADE MÉDIA 173
FIGURA 69 – COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA POR ESTAÇÃO DO ANO 173
FIGURA 70 - COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA POR ESTAÇÃO DO ANO 175
FIGURA 71 - COMPORTAMENTO DO TOTAL DE PRECIPITAÇÃO POR ESTAÇÃO DO ANO 176
FIGURA 72 – COMPORTAMENTO DA NEBULOSIDADE MÉDIA POR ESTAÇÕES DO ANO 177
FIGURA 73 - COMPORTAMENTO DA INSOLAÇÃO RELATIVA MÉDIA POR ESTAÇÕES DO ANO 178
FIGURA 74 - COMPORTAMENTO DA HUMIDADE RELATIVA MÉDIA POR ESTAÇÕES DO ANO 179
FIGURA 75 - COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO, POR ESTAÇÕES DO ANO 180
FIGURA 76 - COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE MÁXIMA DO VENTO, POR ESTAÇÕES DO ANO 181
FIGURA 77 – RUMO PREDOMINANTE EM CADA MÊS DO ANO, REGISTADO NO IGUP, ENTRE 1900-2005 183
FIGURA 78 - NECESSIDADES BIOCLIMÁTICAS DA CIDADE DO PORTO, SEGUNDO GIVONI 189
FIGURA 79 - NECESSIDADES BIOCLIMÁTICAS DA CIDADE DO PORTO, SEGUNDO WATSON & LABS 191
FIGURA 80 – ZONA DE CONFORTO TÉRMICO (TN) DA CIDADE DO PORTO, SEGUNDO SZOKOLAY 193
FIGURA 81 – ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS DE *EFEITO DE MASSA (INCLUINDO VENTILAÇÃO NOCTURNA),* SEGUNDO SZOKOLAY, PARA A CIDADE DO PORTO 194
FIGURA 82 - ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS DE *EFEITO DE MOVIMENTO DO AR,* SEGUNDO SZOKOLAY, PARA A CIDADE DO PORTO 195
FIGURA 83 – ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS DE ARREFECIMENTO EVAPORATIVO (DIRECTO E INDIRECTO), SEGUNDO SZOKOLAY, PARA A CIDADE DO PORTO 196
FIGURA 84- ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS A INCORPORAR NOS EDIFÍCIOS DA CIDADE DO PORTO 200
FIGURA 85 – ÍNDICE PET APLICADO À CIDADE DO PORTO 201
FIGURA 86 – FACTORES ESPACIAIS PERMANENTES INFLUENTES NA CARTA DAS CONDIÇÕES NATURAIS DE VENTILAÇÃO 212
FIGURA 87 – FACTORES ESPACIAIS PERMANENTES INFLUENTES NA CARTA DAS CONDIÇÕES NATURAIS DE HUMIDADE ABSOLUTA 219
FIGURA 88 – HABITAÇÕES PROVAVELMENTE DESCONFORTÁVEIS DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, NO INVERNO 247
FIGURA 89 - HABITAÇÕES PROVAVELMENTE DESCONFORTÁVEIS DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, NO INVERNO 247
FIGURA 90 – HABITAÇÕES PROVAVELMENTE DESCONFORTÁVEIS DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, NO VERÃO 248
FIGURA 91 - HABITAÇÕES PROVAVELMENTE DESCONFORTÁVEIS DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, EM DIAS QUENTES E SECOS DE VERÃO 250

Índice de tabelas

TABELA 1 - ENERGIA DISPENDIDA POR ACTIVIDADE REALIZADA 56
TABELA 2 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DO VESTUÁRIO, SEGUNDO A NORMA ISSO 7730 57
TABELA 3 – GRUPOS DE HUMIDADE DEFINIDOS POR MAHONEY 83
TABELA 4 – LIMITES DE CONFORTO APRESENTADOS POR MAHONEY 83
TABELA 5 – PROPOSTAS DE DIMENSÃO DE JANELAS FACE À ORIENTAÇÃO E ALTURA DO PISO 127
TABELA 6 – VALORES DE FACTOR SOLAR DE ALGUNS TIPOS DE PROTECÇÃO SOLAR DE VÃOS ENVIDRAÇADOS 131
TABELA 7 – REFLECTIVIDADE DA COR DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO 133
TABELA 8 – ABSORÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE SUPERFÍCIES 134
TABELA 9 – COMPORTAMENTO TÉRMICO DE ALGUNS VIDROS 137
TABELA 10 – SÍNTESE ESTATÍSTICA DA TEMPERATURA MÁXIMA, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 174
TABELA 11- SÍNTESE ESTATÍSTICA DA TEMPERATURA MÍNIMA, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 175
TABELA 12 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DO TOTAL DE PRECIPITAÇÃO, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 177
TABELA 13 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DA NEBULOSIDADE MÉDIA, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 178
TABELA 14 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DA INSOLAÇÃO MÉDIA, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 179
TABELA 15 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DA HUMIDADE RELATIVA MÉDIA, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 180
TABELA 16 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DA VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 181
TABELA 17 - SÍNTESE ESTATÍSTICA DA VELOCIDADE MÁXIMA DO VENTO, POR ESTAÇÕES, ENTRE 1970-2005 182
TABELA 18 – RUMO PREDOMINANTE DA VELOCIDADE MÁXIMA DO VENTO > P95 (RELATIVO AO VALOR DIÁRIO) 184
TABELA 19 – TOTAL DE ONDAS DE CALOR REGISTADAS NO IGUP ENTRE 1900-2005 185
TABELA 20 – TOTAL DE EPISÓDIOS EXTREMOS (CALOR) REGISTADOS NO IGUP ENTRE 1900-2005 185

TABELA 21 - TOTAL DE VAGAS DE FRIO REGISTADAS NO IGUP ENTRE 1900-2005 186
TABELA 22 - TOTAL DE EPISÓDIOS EXTREMOS (FRIO) REGISTADOS NO IGUP ENTRE 1900-2005 186
TABELA 23 – NECESSIDADES BIOCLIMÁTICAS DA CIDADE DO PORTO (%), SEGUNDO GIVONI 188
TABELA 24 – NECESSIDADES BIOCLIMÁTICAS DA CIDADE DO PORTO (%), SEGUNDO WATSON & LABS 190
TABELA 25 – NECESSIDADES BIOCLIMÁTICAS DA CIDADE DO PORTO (%), SEGUNDO SZOKOLAY 191
TABELA 26 – APLICAÇÃO DO MÉTODO DE MAHONEY À CIDADE DO PORTO 197
TABELA 27 – RADIAÇÃO TOTAL EM DIAS SEM NEBULOSIDADE (LAT. 40º N – KCAL/M2) 204

Índice de cartas

CARTA 1 – CARTA DE DECLIVES DA CIDADE DO PORTO 203
CARTA 2 – CARTA DE EXPOSIÇÃO DE VERTENTES DA CIDADE DO PORTO 203
CARTA 3 - CONDIÇÕES NATURAIS FAVORÁVEIS AOS GANHOS SOLARES, NO VERÃO, NA CIDADE DO PORTO 207
CARTA 4 - CONDIÇÕES NATURAIS FAVORÁVEIS AOS GANHOS SOLARES, NO INVERNO, NA CIDADE DO PORTO 209
CARTA 5 – CARTA DA PERCENTAGEM DE ÁREA CONSTRUÍDA, POR SUBSECÇÕES, DA CIDADE DO PORTO 211
CARTA 6 – CARTA HIPSOMÉTRICA DA CIDADE DO PORTO 211
CARTA 7 - CONDIÇÕES NATURAIS DE EXPOSIÇÃO AOS VENTOS PREDOMINANTES (NW), NO VERÃO 213
CARTA 8 - CONDIÇÕES NATURAIS DE EXPOSIÇÃO AOS VENTOS PREDOMINANTES (SE), NO INVERNO 215
CARTA 9 – CARTA DE DISTÂNCIA AO MAR DA CIDADE DO PORTO 217
CARTA 10 – CARTA DE DISTÂNCIA AO RIO DOURO DA CIDADE DO PORTO 217
CARTA 11 – CARTA DA REDE HIDROGRÁFICA DA CIDADE DO PORTO 218
CARTA 12 – CARTA DA DIMENSÃO RELATIVA DE ESPAÇOS VERDES DA CIDADE DO PORTO 218
CARTA 13 – CARTA DAS PRINCIPAIS RUAS ARBORIZADAS DA CIDADE DO PORTO 219
CARTA 14 - CONDIÇÕES NATURAIS DE HUMIDADE ABSOLUTA NA CIDADE DO PORTO 221
CARTA 15 – CONTEXTOS BIOCLIMÁTICOS DO CONCELHO DO PORTO 227
CARTA 16 - RESIDÊNCIA DA AMOSTRA DE DOENTES DE ENFARTE DO MIOCÁRDIO 231
CARTA 17 – CONDIÇÕES NATURAIS E DE EDIFICADO FAVORÁVEIS A GANHOS SOLARES, VENTILAÇÃO E HUMIDADE, NO VERÃO, NA CIDADE DO PORTO 243
CARTA 18 - CONDIÇÕES NATURAIS E DE EDIFICADO FAVORÁVEIS A GANHOS SOLARES, VENTILAÇÃO E HUMIDADE, NO INVERNO, NA CIDADE DO PORTO 245
CARTA 19 – CONDIÇÕES NATURAIS E DE EDIFICADO REFERENTES ÀS HABITAÇÕES PROVAVELMENTE DESCONFORTÁVEIS DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, NO INVERNO 248
CARTA 20 - CONDIÇÕES NATURAIS E DE EDIFICADO REFERENTES ÀS HABITAÇÕES PROVAVELMENTE DESCONFORTÁVEIS DO PONTO DE VISTA TÉRMICO, NO VERÃO 250
CARTA 21 – PROPOSTA DE MONITORIZAÇÃO BIOCLIMÁTICA NA RESIDÊNCIA DE DOENTES DE ENFARTE DE MIOCÁRDIO, NA CIDADE DO PORTO 257

Índice de quadros

QUADRO 1 – IMPACTOS PREVISTOS NA SAÚDE HUMANA DEVIDO A ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS 28
QUADRO 2 – DIFERENÇAS ENTRE CLIMATOLOGIA ANALÍTICA E SINÓPTICA 42
QUADRO 3 – ELEMENTOS CLIMÁTICOS IMPORTANTES PARA O ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO 58
QUADRO 4 – CLASSIFICAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO, SEGUNDO FROTA 66
QUADRO 5 – ÍNDICES TÉRMICOS BIOFÍSICOS 67
QUADRO 6 – ÍNDICES TÉRMICOS FISIOLÓGICOS 68
QUADRO 7 –ÍNDICES TÉRMICOS SUBJETIVOS 69
QUADRO 8 – ÍNDICES SEM CLASSIFICAÇÃO OFICIAL 71
QUADRO 9 – RIGOR TÉRMICO NOCTURNO, ADOPTADO DE HARRIS (1999) 84
QUADRO 10 – FREQUÊNCIA DE INDICADORES DE HUMIDADE E ARIDEZ 84
QUADRO 11 – COMPORTAMENTO DO VENTO INFLUENCIADO PELA MORFOLOGIA 101
QUADRO 12 – COMPORTAMENTO DA RADIAÇÃO SOLAR INFLUENCIADA PELA MORFOLOGIA 102
QUADRO 13 – PROPOSTA METODOLÓGICA DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA APLICADA AO TERRITÓRIO 146
QUADRO 14 – MOTIVOS DE REDUZIDA APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO CLIMÁTICO NO PLANEAMENTO URBANO 147
QUADRO 15 – IDEIAS PROPOSTAS PARA MINIMIZAR AS DIFICULDADES DE APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO CLIMÁTICO NO PLANEAMENTO URBANO 147
QUADRO 16 – PAPEL DOS VÁRIOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL 149
QUADRO 17 – OBJECTIVO ESTRATÉGICO, DEFINIDO PELO PNOT, PRIVILEGIADO PAR A INCORPORAÇÃO DE PRÁTICAS BIOCLIMÁTICAS 150

QUADRO 18 – POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL NA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS BIOCLIMÁTICAS 153
QUADRO 19 – ETAPAS METODOLÓGICAS DA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EDIFICADO NA PRÁTICA BIOCLIMÁTICA 229
QUADRO 20 – CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EDIFICADO FAVORÁVEIS AOS GANHOS SOLARES 235
QUADRO 21 - CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EDIFICADO POTENCIADORAS DE HUMIDADE 236
QUADRO 22 - CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EDIFICADO FAVORÁVEIS AOS VENTOS PREDOMINANTES 236
QUADRO 23 – JUSTIFICAÇÃO DA GRADAÇÃO ATRIBUÍDA AOS GANHOS SOLARES 237
QUADRO 24 – JUSTIFICAÇÃO DA GRADAÇÃO ATRIBUÍDA AOS VALORES DE HUMIDADE 238
QUADRO 25 – JUSTIFICAÇÃO DA GRADAÇÃO ATRIBUÍDA ÀS CONDIÇÕES DE VENTILAÇÃO 239
QUADRO 26 - GRELHA DE CLASSIFICAÇÃO DOS FACTORES INFLUENTES NOS GANHOS SOLARES À ESCALA DE EDIFICADO 241
QUADRO 27 – MATRIZ DE RELAÇÃO ENTRE OBJECTIVOS E INDICADORES DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA 250

Glossário

Albedo – energia reflectida por um corpo em relação ao total de energia incidente sobre si. O albedo varia, por um lado, em função do ângulo de incidência dos raios solares(quanto menor este ângulo maior a percentagem de energia reflectida) e, por outro lado, depende da natureza do corpo sobre o qual incide a radiação (CUADRAT; PITA, 2000). A cor de cada corpo determina a sua maior ou menor capacidade de reflexão. Em oposição às cores mais escuras que absorvem uma maior quantidade de energia incidente, as cores claras são as que produzem uma percentagem mais elevada de albedo, sendo de destacar as superfícies brancas como aquelas em que o albedo é máximo, como por exemplo, no caso da neve. (CUADRAT; PITA, 2000).

Coeficiente de transmissão térmica - é uma medida da quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária de um elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que este separa.

Condutibilidade térmica – é uma propriedade térmica típica de um material homogéneo que é igual à quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma camada de espessura e de áreas unitárias desse material por unidade de diferença de temperatura entre as duas faces.

Conforto Térmico – poderá ser considerado o intervalo térmico em que o homem desperdiça a menor quantidade de energia para se adaptar ao ambiente; estado da mente que expressa satisfação em relação ao ambiente térmico.

Emissividade – é a relação entre o poder emissivo de um determinado corpo e de um corpo negro, cuja escala pode variar entre o e 1, correspondendo o valor máximo ao corpo negro. O corpo negro, por sua vez, é aquele que absorve toda a radiação que nele incide.

Enfarte do miocárdio – morte ou necrose de um segmento mais ou menos extenso do músculo cardíaco (miocárdio), correspondente à área irrigada pelo ramo da artéria coronária ocluída, cujo sintoma mais frequente é uma dor retrosternal aguda e muito intensa; doença vulgarmente designada por ataque cardíaco; Os principais factores de risco podem residir na idade avançada, na alimentação pouco saudável, na obesidade, hábitos de fumo de tabaco, hipertensão e diabetes.

Evaporação – fenómeno entendido como a transformação da água, no seu estado líquido, em estado de vapor de água, acontece quando a massa de água é sujeita a aquecimento, resultante da radiação solar, cujo calor faz aumentar o movimento das moléculas e, consequentemente, cria as condições ideais para que as moléculas ultrapassem a barreira da tensão de vapor de água líquida, convertendo-se em partículas de vapor.

Evapotranspiração – representa a perda de humidade do solo para a atmosfera, sob a forma de evaporação directa e de transpiração das plantas.

Factor solar de um vão envidraçado – é o quociente entre a energia solar transmitida para o interior através de um vão envidraçado com o respectivo dispositivo e a energia de radiação solar que nele incide.

Inércia Térmica – A inércia térmica de um edifício é a sua capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior devido à sua capacidade de acumulação de calor nos seus elementos de construção. A velocidade de absorção e a quantidade de calor absorvida determina a inércia térmica dum edifício.

Limiares de Carga – Do ponto de vista turístico, significa o número máximo de pessoas de cada vez que podem visitar um lugar turístico, sem que tal constitua um dano para o meio físico, económico e sócio-cultural e, simultaneamente, sem menosprezar a maneira apreciável da qualidade da experiência dos visitantes, segundo a Organização Mundial de Turismo.

Pé Direito – é a altura média, medida pelo interior, entre o pavimento e o tecto de uma fracção autónoma de um edifício.

PMV (*Predicted Percentage od Dissatisfied)* – significa, na língua portuguesa, o voto médio previsível de um grande número de pessoas relativo à sua sensação de conforto térmico, podendo esta variar de muito quente a muito frio, segundo as sete categorias classificadas de acordo com a escala térmica de Fanger.

Pontes Térmicas – condensação que resulta de uma interrupção entre a caixa-de-ar de uma parede e, o respectivo isolamento, originado uma menor resistência térmica e, um acentuado arrefecimento. Para além de serem responsáveis pela criação de bolores e fungos, a longo prazo, as pontes térmicas contribuem para a perda de energia.

Temperatura Equivalente Fisiológica – em inglês, esta designação é conhecida por *Physiological Equivalent Temperature,* consiste num índice térmico derivado do balanço térmico energético humano. Para o cálculo do TEF é necessário determinar todos os parâmetros importantes para o balanço energético humano. Dos parâmetros meteorológicos com influência no balanço energético humano destacam-se a temperatura do ar, a pressão de vapor, a velocidade do vento e a temperatura média radiante da envolvente. Este índice revela-se particularmente importante para os estudos de planeamento regional e urbano, uma vez que pode ser apresentado através de mapas bioclimáticos, podendo ainda ser aplicado em diferentes contextos climáticos mundiais.

Radiação difusa – diz respeito à energia reflectida pela atmosfera; retorno da energia incidente em relação à sua origem, após entrar em contacto com a superfície reflectora; A quantidade de radiação difusa é muito variável, depende do nível de nebulosidade, bem como da poluição. Atendendo à latitude de um lugar e, respectivo clima, a radiação difusa pode oscilar entre 5 a 80% relativamente à radiação total (GIVONI, 1998).

Radiação absorvida – processo que impede que a radiação solar atinja a superfície terrestre é realizado pela *absorção* (parcela de energia que persiste num determinado corpo após a sua incidência sobre ele) *que* constitui, assim, um processo em que grande parte da radiação solar é retida na atmosfera, não permitindo que esta alcance a superfície terrestre (CUADRAT; PITA, 2000). Este fenómeno de assimilação da radiação solar pela atmosfera, é realizado através dos principais constituintes gasosos que caracterizam a atmosfera, como sendo, o azoto, o oxigénio, o dióxido de carbono, o ozono e o vapor de água que captam diferentes comprimentos de onda. Uma pequena parte de energia incidente é absorvida desta forma (cerca de 23% do total), enquanto somente, aproximadamente, 3% é absorvida pelas nuvens (FOUCAULT, 1993).

Radiação directa – constituem as radiações emitidas pelo sol que chegam à terra sem terem sido retidas, através de absorção ou reflexão, pela atmosfera. A energia incidente, sobre a superfície da Terra será, contudo, distribuída de diferentes maneiras, variando entre ganhos realizados pela energia absorvida e perdas através de processos de reflexão.

Radiação global – A *Radiação Global* é, por sua vez, o resultado da soma da radiação directa e da radiação difusa.

Radiação reflectida – constitui parte da energia incidente que não é absorvida mas antes devolvida para a atmosfera. De vários obstáculos ao trajecto dos raios solares, as nuvens são os que ocupam o papel mais importante. Cerca de 20% da energia incidente nas nuvens é reenviada para o céu, o que demonstra a importância da nebulosidade ao nível dos reflexos do clima (FOUCAULT, 1993).

Recurso bioclimático – meio utilizado para satisfazer uma necessidade de *conforto térmico* do homem, através da acção combinada de diferentes elementos climáticos, tais como: radiação solar, da água, do vapor de água, do vento, entre outros.

Risco natural – Grau de perda previsto devido a um determinado fenómeno, tendo em conta a função do perigo e da vulnerabilidade (Nações unidas *cit in* LOURENÇO, 2003).

Risco bioclimático – probabilidade de perigo para a saúde humana que resulta da coexistência entre susceptibilidade de fenómenos climáticos extremos (probabilidade de desencadeamento de fenómenos climáticos extremos) e vulnerabilidade dos organismos (capacidade de resposta às adversidades).

Vãos envidraçados – zonas não opacas da envolvente de um edifício (ou fracção autónoma), incluindo os respectivos caixilhos.

INTRODUÇÃO

*"A **mudança climática** prevista **estará acompanhada de um aumento das ondas de calor**, frequentemente exacerbada por um aumento da humidade e da contaminação atmosférica **que levarão a um aumento de mortes** relacionadas com o calor e episódios de enfermidade. Os dados demonstram que o impacte seria máximo nas populações urbanas, **influenciando particularmente os mais idosos e doentes**" (*International Panel on Climate Change, 2001)

A ameaça do aquecimento global, levanta algumas questões que até há pouco tempo poderiam revelar-se insignificantes e, por isso, subvalorizadas pela sociedade. Contudo, a magnitude dos impactes negativos já vividos, os percebidos e os previstos, alertam para a importância do esclarecimento de questões como:

1) Será que existe, efectivamente, uma relação importante entre o contexto bioclimático e a saúde e bem-estar das populações?
2) Em caso afirmativo, como é que o planeamento urbano pode realizar uma avaliação bioclimática ao território?
3) Quais os proveitos específicos de uma avaliação bioclimática para a implementação de um ordenamento sustentável do território?
4) O planeamento urbano reúne instrumentos de gestão territorial que lhe permita incorporar medidas de mitigação e de adaptação enquanto resposta às alterações climáticas?

Este trabalho e a investigação desenvolvida pretendem contribuir para encontrar algumas respostas para estas questões.

Começamos no **capítulo 1** por dar a conhecer a problemática referente às alterações climáticas, que constitui o ponto de partida para a pertinência do tema apresentado ao longo do presente trabalho. Para tal, são reveladas algumas tendências do sistema climático global, as respectivas consequências, bem como a necessidade urgente de implementação de medidas de mitigação e adaptação através da participação activa dos vários níveis de poder das sociedades.

No **capítulo 2** sublinha-se a necessidade de uma visão ecossistémica de cidade no planeamento urbano para que possa ser caracterizado como uma actividade sustentável. Nesta busca de sustentabilidade, questiona-se o contributo do conhecimento climático enquanto mais um instrumento para o planeamento urbano optimizar os recursos naturais. Realiza-se ainda uma referência ao papel actual da climatologia.

No **capítulo 3** reflecte-se sobre o conceito de bioclimatologia, enquanto disciplina que estuda as relações entre organismos vivos e climatologia, e sublinha-se a sua importância para a vida em sociedade e, portanto, para o planeamento urbano. Este ponto explicita também os processos térmicos realizados entre corpo humano e ambiente, o balanço térmico energético que nos permite chegar à noção de conforto térmico, bem como os factores que nele intervêm. Por último, reflecte-se sobre algumas técnicas possíveis de avaliação bioclimática passíveis de serem utilizadas pelo planeamento urbano.
No **capítulo 4** assume-se a responsabilidade de fazer uma breve retrospectiva histórica na tentativa de exemplificar com exemplos históricos que permitiram a aplicação de princípios bioclimáticos no território, através da actividade do planeamento urbano. Além disso, sintetiza várias condicionantes espaciais de contextos (bio)climáticos, a múltiplas escalas, desde a local que incide particularmente nos factores naturais, passando pela escala urbanística até à escala do próprio edifício.

No **capítulo 5** incide-se sobre a importância do planeamento urbano bioclimático, referindo algumas limitações inerentes aos instrumentos de gestão territorial ao nível da utilização do conhecimento (bio)climático, sem negligenciar o potencial contributo destes instrumentos enquanto meios privilegiados de planeamento e de prevenção bioclimática.

No **capítulo 6** realiza-se a aplicação metodológica de análise bioclimática, numa perspectiva de prevenção, ao contexto geográfico da cidade do Porto. Partindo do conhecimento das condições naturais da cidade relativas à radiação solar, humidade e regime predominante de ventos sintetiza alguns micro contextos (bio)climáticos que exigirão diferentes estratégias de actuação do ponto de vista da edificação. Com o intuito de realizar os primeiros passos ao nível da prevenção de risco bioclimático, a ser desenvolvida em futuros trabalhos, o presente trabalho dedica uma atenção especial a um grupo vulnerável da sociedade portuense, que tem em comum o facto de serem doentes de enfarte de miocárdio.

No final do trabalho, tecem-se algumas considerações finais sobre a importância de no futuro o planeamento urbano integrar o conhecimento bioclimático enquanto forma de potenciar o recurso clima e, simultaneamente, enquanto suporte de prevenção de risco bioclimático (*fig. 1*).

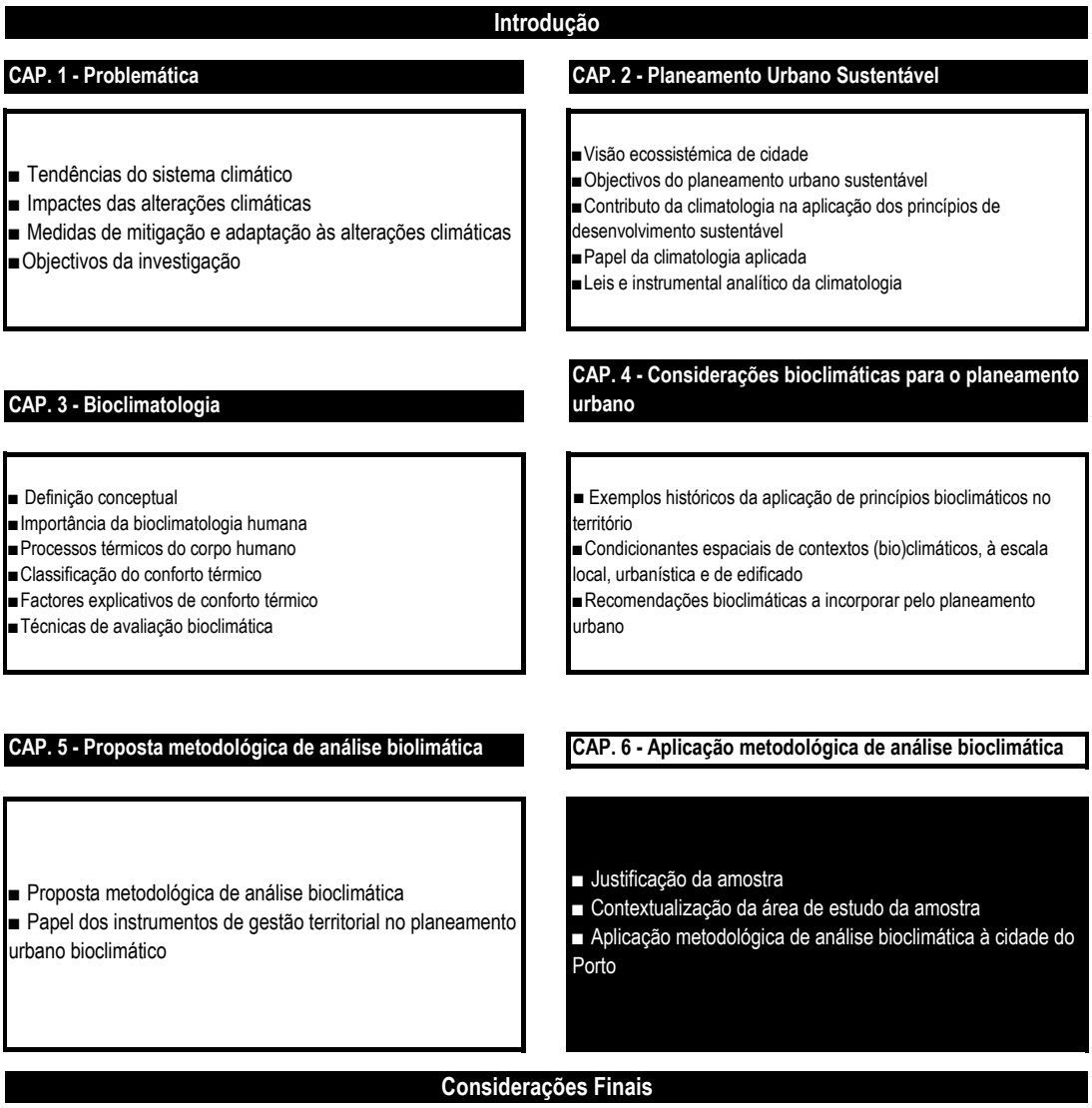


Figura 1 – Esquematização da estrutura da tese

CAP. 1 – PROBLEMÁTICA

"As alterações climáticas são uma das mudanças globais mais críticas do nosso tempo"

UNEP – UNITED NATION ENVIRONMENT PROGRAMME (2000)

1.1. Apresentação da Problemática

1.1.1 Tendências do *sistema climático*

Atendendo aos primeiros indícios de modificações climáticas induzidas por factores antropogénicos, o mundo não pode adiar mais este problema que a cada dia mais se densifica. À luz da proclamação da defesa de um desenvolvimento sustentável, vários governos das Nações Unidas reúnem-se desde a década de 1970 para discutir algumas "nuvens negras" que assombram o homem contemporâneo e que, no futuro, poderão comprometer o desenvolvimento das gerações vindouras, acarretando consequências gravosas, com destaque para as alterações do clima mundial. Um dos passos mais assinaláveis no processo de tomada de consciência para esta problemática foi dado na Convenção realizada no âmbito da Cimeira da Terra no Rio de Janeiro, na conhecida Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (CQNUAC), em 1992. Assim, foi formada uma equipa mundial de especialistas, o chamado IPCC (Intergovernamental Panel on Climate Change), encarregue de realizar estudos do comportamento climático desde que há registos e tentar compreender aqueles que são os contributos naturais inerentes ao comportamento térmico do próprio planeta, assim como aqueles que resultam de toda a actividade humana.

A paleoclimatologia, ciência que se debruça ao estudo da reconstituição da história do clima da Terra, revela frequentes variações climáticas desde há milénios atrás. Este planeta já conheceu uma sucessão de períodos glaciares, em que a temperatura média apresenta uma curva descendente, e inter-glaciares entendidos como intervalos de tempo em que a terra aquece. Estas variações até agora foram entendidas como o resultado de uma diversidade de factores naturais, nomeadamente, *"pequenas variações na órbita que a Terra descreve em torno do Sol, variações na posição do eixo de rotação da Terra, flutuações na actividade solar e períodos de maior actividade vulcânica" (SIAM*, 2006, p.21).

Na realidade o planeta apresenta uma variabilidade climática que lhe é intrínseca. Contudo, os dados fornecidos pelo IPCC (2001) a propósito da análise do comportamento climático, desde há cerca de um século e meio, revelaram que a temperatura média mundial que pressupõe a média da temperatura da superfície terrestre e da superfície do mar, sofreu um aumento de, aproximadamente, 0,6º C desde 1861 sendo o aquecimento mais marcante durante dois períodos, o primeiro entre 1910-1945 e o segundo de 1976 a 2000. O mesmo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas acrescentou que *"é muito provável que os anos noventa tenha sido a década mais quente e o ano de 1998 o mais quente desde os valores registados de 1861"* (IPCC, 2001, p.13). Para além dos aumentos da temperatura, são referidos outros indicadores compatíveis com o aquecimento realizado à escala planetária, ao longo do último século, destaque para a subida generalizada do nível médio da água do mar, observada por marégrafos, *"o aumento observado situou-se entre 1,0 e 2,0 mm/ ano e é cerca de 10 vezes superior ao valor médio estimado por meio de observações indirectas para os últimos 3000 anos"* (IPPC, 2001 a) citado por SANTOS (2006, p.27), e para a restrição da camada de neve nas grandes altitudes e nos calotes polares, nomeadamente, no Árctico.

O comportamento climático assume, contudo, algumas diferenças territoriais. O continente Europeu parece ser a entidade territorial mais sensível a estas alterações, aquele ao qual foi atribuído o aumento máximo de temperatura, entre os 2,0 º C a 6,3º C, projectado até 2100, segundo SANTOS (2006, p.26). Contudo, o interior da própria «Velha Europa» permitirá verificar comportamentos distintos no que diz respeito ao seu comportamento térmico e, respectiva, vulnerabilidade.

Perante um comportamento climático tão abrupto como aquele que se verifica continuamente, num período de tempo tão curto, quando pensamos que um século será um centésimo de segundo no intervalo de tempo de vida na Terra, então parece

demasiadamente evidente que estas mudanças não terão somente uma origem natural e serão o resultado do comportamento do ser humano. Recuando até à Revolução Industrial, altura em que os fenómenos de poluição se tornaram mais significativos, como resultado da intensificação e expansão da sociedade de consumo, poderemos detectar uma oscilação climática que ter-se-á feito sentir de um modo progressivo. Aliás, os vários estudos realizados no domínio das alterações climáticas revelam uma posição consensual acerca dos contributos do homem no sistema climático, segundo SANTOS (2006, p.22), assim como do total desses estudos, 75% estão de acordo no que diz respeito ao facto dos Gases de «Efeito de Estufa» (fenómeno resultante de um acréscimo de temperatura na baixa atmosfera provocado pela concentração desses mesmos gases), estarem a provocar artificialismos no sistema climático. As principais fontes dos Gases de Efeito de Estufa (GEE) resultam da queima de combustível fósseis, como sendo, o petróleo, carvão, gás natural, bem como da transformação da paisagem, nomeadamente, do processo de desflorestação que várias florestas mundiais, entre outras áreas verdes, têm sido alvo. Os erros antrópicos do uso do território não poderão também escapar nesta teia de co-responsabilização da intensificação das modificações climáticas.

1.1.2 Impactes das alterações climáticas

Da interacção mútua entre natureza e homem resultam, muitas das vezes, impactes negativos para o bem-estar físico e psicológico do próprio ser humano. Se por um lado, as actividades antrópicas desencadeiam transformações no sistema natural, pela via da artificialização do meio físico, nomeadamente, nos recursos hídricos, de solo e atmosféricos, importando conhecer essas atitudes nefastas, por outro lado, não podemos ficar indiferentes aos riscos e desconforto que o próprio clima pode provocar ao homem e, respectivo, suporte biofísico.

Portugal em particular será alvo dos impactes previstos quer para os países costeiros, quer para a Europa Mediterrânica.

Os países detentores de uma Costa terão que se concentrar no planeamento e ordenamento do território das suas marginais, dada a subida contínua estimada do nível médio das águas do mar que projectam *"uma taxa de aumento do nível do mar na Europa até 2100 (…) superior ao observado no século XX"* (EEA, 2004) citado por SANTOS (2006, p.33).

A Europa Mediterrânica será a área mais afectada, uma vez que as previsões referem uma quebra notável dos níveis de precipitação, cerca de 1% por década, acompanhada de períodos de seca cada vez mais frequentes, constituindo fenómenos extremos com consequências gravosas para vários campos, especialmente, para aqueles que exigem um consumo dos recursos hídricos mais frequente e em maior volume. As preocupações que a Europa terá de enfrentar nos anos vindouros não se esgotarão na disponibilidade das suas fontes hídricas. A tendência de aumento da temperatura associada a fenómenos de "ondas de calor", esperados mais frequentemente e com maior intensidade, colocam este continente perante um esforço acrescido de criar respostas de defesa ao seu clima, sobretudo, quando se adivinham impactos significativos na saúde. O relatório STERN[1] (2006) afirma que os principais problemas que afectarão o Mediterrâneo serão a seca, os incêndios florestais e as *ondas de calor*, especificando ainda que Portugal, Espanha e Itália serão os países mais afectados.

As previsões elaboradas pelos especialistas das mudanças climáticas e, respectivos, impactos apontam para um aumento global de doenças contagiosas, transmitidas por vectores, alimentos e água. Neste sentido, um cenário de confiança média e elevada acredita numa propagação crescente de doenças como o paludismo, a malária e o dengue, (associadas a elevadas

1 Sir Nicholas Stern, economista britânico do Banco Mundial, dirigiu em 2006 um estudo encomendado pelo governo Britânico sobre os efeitos na economia mundial das alterações climáticas nos próximos 50 anos.

temperaturas e níveis de humidade). Os problemas de contaminação colocam-se, também, pela via atmosférica, pois o aumento da temperatura poderá despoletar a formação de ozono ao nível do solo, provocando efeitos nefastos ao nível respiratório.

Os níveis intensos de precipitação que serão uma provável consequência das modificações climáticas em curso, na sequência de elevadas probabilidades de desencadeamento de eventos extremos, poderão por seu lado, ser responsáveis por cheias que propiciarão um risco acrescido de diarreias, doenças respiratórias e desnutrição, sobretudo, nos *Países em Vias de Desenvolvimento* (PVD'S). Nestes países, a possibilidade das mudanças climáticas possuírem implicações no sistema de produção, poderá ser deveras preocupante, perante a realidade de subnutrição e fome que caracteriza muitos desses países. Um agravamento das condições alimentares, poderá fomentar problemas relacionados com raquitismo físico e intelectual das crianças, a improdutividade dos adultos, bem como elevar a susceptibilidade de doenças infecciosas por parte das suas populações em geral.

A intensidade dos efeitos que as mudanças climáticas poderão provocar no ecossistema, nomeadamente, inundações, acentuação de riscos geomorfológicos (desabamentos, deslizamentos, entre outros), alteração da qualidade das águas, subida do nível médio das águas do mar, escassez de água, incêndios, afectação da produtividade da agricultura, contaminação do ar, ilhas de calor urbano, acentuação de fenómenos térmicos extremos, será inversamente proporcional ao desenvolvimento de uma sociedade. O relatório STERN (2006) salienta mesmo o facto de nos *Países Desenvolvidos* (PD'S) a probabilidade da vulnerabilidade ser mais reduzida devido ao facto destes países não se encontrarem dependentes da actividade agrícola, se localizarem na maioria em latitudes elevadas sofrendo os efeitos do aquecimento em menor dimensão, bem como possuírem uma capacidade de adaptação superior. Este último ponto dever-nos-ia inquietar, desde logo, na procura de soluções…

Dos vários efeitos referenciados, o presente estudo atribui uma especial importância aos impactos de tais alterações na saúde humana e nas necessidades crescentes de procura energética com vista a minimizar necessidades térmicas de arrefecimento.

Uma das actuais preocupações que parecem já fazer-se sentir, sobretudo, ao nível das consequências em termos de *saúde* e de procura crescente de *energia* são as «Ondas de Calor». As «Ondas de Calor» resultam de uma sequência de pelo menos 6 dias consecutivos, em que a temperatura máxima diária é superior em 5º C ao seu valor médio (exigindo o conhecimento de 30 anos), sendo de assinalar que nos climas temperados elas ocorrem durante o mês de Junho, Julho e Agosto (www.meteo.pt).

Estas «Ondas de Calor», segundo o IPCC poderão ser potenciadas pelo aumento da humidade atmosférica, nível de contaminação da atmosfera urbana que consequentemente estarão na origem de mortes e doenças resultantes do alcance de níveis térmicos de risco para o organismo humano. Outro pormenor há a assinalar, é o facto da mesma equipa de investigação, apontar, com um grau de confiança elevado, um impacto máximo do respectivo fenómeno de calor, em áreas urbanas, fazendo sentir-se com efeitos perversos e mais agudos nas populações mais idosas, doentes e entres outros grupos mais vulneráveis (IPCC, 2001, p.II-2). A este propósito, o relatório STERN (2006) refere que os mais pobres, as pessoas que auferem rendimentos reduzidos e que, por isso, são obrigadas a viver em habitações de reduzida qualidade, muitas vezes em áreas de risco, e sem capacidade de se defenderem perante os efeitos das alterações climáticas serão as mais vulneráveis.

Todavia, é possível que as *ondas de calor responsáveis por um aumento de mortalidade sejam particularmente susceptíveis de ocorrência em áreas urbanas devido à interacção entre aquecimento global, ilhas de calor urbano e poluição do ar*, salienta ainda o relatório STERN (2006, p.133).

O Painel Intergovernamental para alterações climáticas acrescenta ainda que *"os maiores aumentos, ao nível de stress térmico, prognostica-se para as latitudes médias e altas (das zonas temperadas), especialmente em populações com uma arquitectura não adaptada e acondicionamento de ar limitado".* Curiosamente, nem mesmo os sistemas de refrigeração artificial parecem solucionar esta previsão, pois na sequência deste prognóstico, o IPCC ainda acrescenta que *"Os modelos de impactos de «Ilhas de Calor» nas populações urbanas, que prevêem a aclimatização, parecem indicar que várias cidades dos EUA sofreriam, em média, várias centenas de falecimento adicionais cada verão"* (IPCC, 2001, p.II-44).

No entanto, estes cenários que estimam os impactes das alterações do clima, prevêem também alguns impactes positivos para a saúde humana, destaque para o decréscimo de vagas de frio, associado ao crescimento das temperaturas médias mínimas registadas (*quadro 1*).

Quadro 1 – Impactos previstos na saúde humana devido a alterações climáticas

Impactos na saúde humana previstos devido a alterações climáticas

Alterações climáticas	Probabilidade	Impactos na Saúde
Temperaturas máximas superiores; Maior número de dias quentes e secos, em quase todas as zonas continentais	Muito Provável[a)]	▪ Maior incidência de mortes e enfermidades graves em grupos de pessoas de idade e pobres em zonas urbanas;
Temperaturas mínimas superiores; menor número de dias frios, de dias de geadas e de ondas de frio, em quase todas as zonas continentais	Muito Provávell[a)]	▪ Menor mortalidade e morbilidade humana reclacionadas com o frio
Aumento da intensidade máxima do vento em caso de ciclones tropicais e da intensidade média e máxima das precipitações, em algumas zonas	Provável[b)]	▪ Maiores riscos para a saúde humana, risco de doenças infecciosas e muitos outros riscos
Maior intensidade de tempestades em zonas de latitude média	Pouco de acordo com os modelos actuais	▪ Maiores riscos para a vida e saúde humana

Fonte: IPCC, Grupo de Trabalho II, 2001; *Confiança estimada em:a) 90% a 99% de probabilidade; b) 66% a 90% de probabilidade*

Os dados existentes sobre saúde pública ainda são insuficientes, do ponto de vista quantitativo, para se compreender os impactes que tais mudanças climáticas possam já estar a acarretar, assim como, possam vir originar.

No que diz respeito ao impacto das alterações climáticas em matéria de necessidades de energia, a equipa do SIAM avança que para três dos actuais distritos estudados (Lisboa, Faro e Porto) está já previsto um aumento do consumo de energia para climatização nas habitações. Tal acréscimo por parte da procura reside num crescimento das necessidades de arrefecimento, em oposição às carências de aquecimento que têm revelado um decréscimo acentuado (AGUIAR & all., 2006, p.287).

Os estudiosos do IPCC, parecem reconhecer a importância de se continuar a tentar compreender as possíveis consequências das mudanças climáticas, nomeadamente, investigações sobre sensibilidade, adaptabilidade e vulnerabilidade dos sistemas, com vista a identificar os tipos de estímulos climáticos que mais poderão afectar os diversos sub-sistemas. Além disso, sublinham a utilidade de aumentar o entendimento do grau de exposição face ao risco natural.

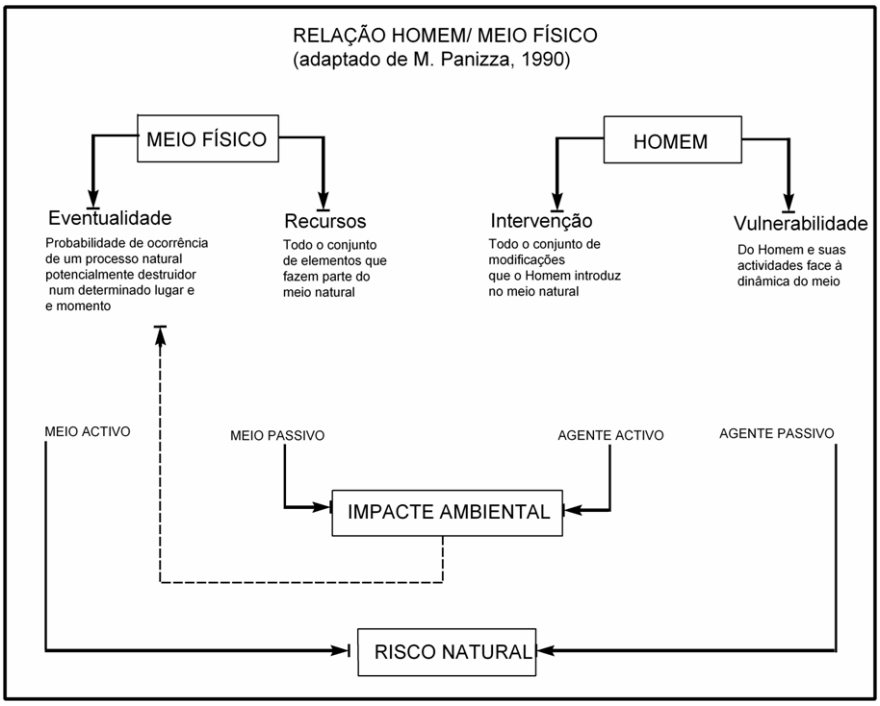
A noção de risco natural corporiza, por sua vez, a integração de dois conceitos: a *eventualidade* e a *vulnerabilidade*.

A eventualidade, em inglês também designado por Natural Hazard, diz respeito à probabilidade de ocorrência de determinado fenómeno natural, enquanto que o segundo relaciona-se com os impactes que o dito fenómeno pode provocar ao homem, segundo REBELO (1999, p.6).

A vulnerabilidade pode ser entendida como "o grau que um sistema é incapaz de enfrentar os efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade e os extremos do clima. A vulnerabilidade é função do carácter, magnitude, rapidez da mudança climática e da variação a que um sistema se encontra exposto, da sua sensibilidade e da sua capacidade de adaptação" (IPCC, 2001, p. II-5).

A gradação do risco natural dependerá, portanto, do nível de intensidade e gravidade do evento, que muitas das vezes terá sido despoletada por sucessivas intervenções do próprio homem, como também dos danos que ele sofreu como resultado do seu desencadeamento. Esta ideia transportada para o presente estudo, pretende assim, sublinhar a importância do homem enquanto agente activo no reforço da eventualidade, por exemplo, de extremos climáticos devido a um conjunto de modificações que introduz no meio natural e, simultaneamente, como agente passivo, perante fenómenos, potencialmente destruidores que ocorrem num determinado local e momento, que não é capaz de controlar. A coexistência de uma dinâmica e de uma passividade inerente ao homem e ao meio físico é sintetizada através da *fig. 2* (PANIZZA, 1990).

A ideia do clima enquanto risco natural acende a necessidade de consciencialização dos principais problemas que se colocam no âmbito do comportamento do sistema climático em todo o globo, os respectivos impactos, bem como as formas de resposta do próprio homem perante este. Nesse sentido, importa referenciar as actuais alterações climáticas, enquadrando-as desde o clima global ao regional, para posteriormente, ser-se capaz de assimilar o interesse pela aplicabilidade da climatologia de âmbito local.



Fonte: PANNIZZA (1990)

Figura 2 – Noção de risco natural

1.1.3 Medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas

Estas *alterações climáticas* que parecem vir a registar-se a uma velocidade cada vez maior, ora como resultado de uma variabilidade climática intrínseca ao sistema, ora pelas actividades humanas, poderão resultar num aumento da probabilidade de desencadeamento de determinados comportamentos anómalos, por parte do ecossistema.

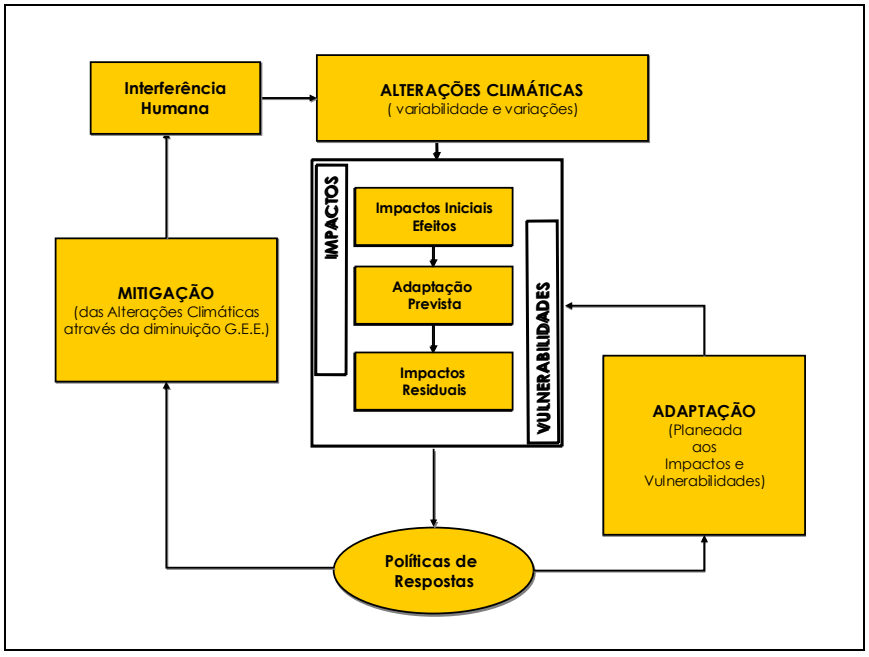
Por outras palavras, esta probabilidade resulta do *"grau de afectação de um sistema, no sentido de o prejudicar ou beneficiar, devido a estímulos relacionados com o clima. Os estímulos relacionados com o clima incluem todos os elementos da mudança climática, incluindo a média das características do clima, a variabilidade do clima, bem como a frequência e magnitude dos fenómenos extremos"* (IPCC, 2001, p.II-5).

Perante tal cenário, é possível o esboço de dois *tipos de resposta:* a mitigação das causas e a adaptação aos impactes.

A *mitigação das causas* das mudanças climáticas exige uma aposta coerente em várias políticas da vida pública, capaz de propiciar um decréscimo das fontes produtoras de Gases de Efeito de Estufa (G.E.E.), responsáveis pela introdução das causas antrópicas no aquecimento global, sendo esta uma ideia praticamente consensual no seio da comunidade científica.

A capacidade de *adaptação aos impactes* "consiste na habilidade de um sistema se ajustar à mudança climática (inclui a variabilidade do clima e seus extremos) para moderar possíveis danos, de aproveitar-se de oportunidades ou de enfrentar as consequências" (IPCC, 2001, p.II-5), será responsável pelo nível de vulnerabilidade da sociedade perante a susceptibilidade de ocorrência de determinados fenómenos anómalos.

A capacidade de adaptação de uma sociedade depende da sua riqueza, informação, educação, infra-estruturas, acesso aos recursos, capacidades administrativas (IPCC, 2001, p.II-8).



Fonte: IPCC, Grupo de Trabalho II, 2001

Figura 3 – Política de resposta às alterações climáticas

Será missão de todas as sociedades um investimento em estratégias capazes de reduzir as causas das alterações climáticas, bem como em meios com vista a elevar a sua capacidade de adaptação perante os efeitos que delas advirão, tal como defende o IPCC (2001) enquanto política de resposta às alterações climáticas – *fig. 3*.

Das várias *medidas de mitigação* elencadas pelo relatório STERN (2006) para o problema é possível destacar algumas que poderiam passar por: i) redução da desflorestação; Ii) investimento de plantação de espécies adequadas aos solos de cada país; iii) pela prática de uma agricultura mais sustentável; iv) por um investimento em transportes menos poluentes, designadamente, rodoviário e aéreo; v) investimento em tecnologia inovadora e inteligente; vi) desenvolvimento do comércio do

carbono; vi) investimento em energias menos agressivas ao ambiente (gás, vento, fotovoltaica), entre outros caminhos possíveis.

No que diz respeito às *medidas de adaptação* o relatório STERN (2006) defende a necessidade de: i) Investimento em práticas que reduzam a vulnerabilidade através da promoção do crescimento e diversidade da actividade económica; Ii) do fomento da educação e saúde; iii) de um investimento em objectivos públicos globais que passem por uma melhoria da monitorização e previsão das alterações climáticas; iv) pelo desenvolvimento de métodos de combate à degradação do solo; v) por um investimento na resiliência perante catástrofes naturais, nomeadamente, da agricultura; vi) da integração das políticas de desenvolvimento e planeamento a diferentes níveis; vii) da integração de redes de apoio social para os mais pobres; viii) da prevenção dos riscos naturais, entre outras medidas passíveis de atenuar a vulnerabilidade.

1.2 Objectivos da investigação

O primeiro passo para a definição de um percurso reside na motivação que nos move, nas preocupações que nos assolam e na vontade de (re)descobrir o que por vezes é evidente.

Todavia, os vários sinais que apontam todos na mesma direcção quando falamos na ameaça das alterações climáticas ainda parecem ser vistos, por parte de políticos, empresários e cidadãos como motivo de incertezas e de cepticismo, ainda que à luz da ciência eles sejam unânimes e consensuais.

A nossa consciencialização face à problemática, incentiva-nos no presente trabalho, a questionar o papel do planeamento urbano, enquanto actividade de gestão integradora de recursos naturais e humanos, na procura de soluções que evitem *inputs* no ecossistema responsáveis por gravosos desequilíbrios, bem como respostas à construção de abrigos que funcionem como a segunda pele do ser humano.

A presente tese incidirá os seus esforços na procura de análises do comportamento climático dos lugares e nas necessidades bioclimáticas dos seus residentes que sejam capazes de fundamentar práticas adequadas passíveis de serem aplicadas pelo planeamento urbano.

Nesse sentido, propor-nos-emos à apresentação de uma *proposta de análise bioclimática do território* capaz de cumprir *dois grandes objectivos* passíveis de serem implementados a uma escala local.

O primeiro desses objectivos residirá no fomento da *incorporação do conhecimento (bio)climático no planeamento urbano* e, consequentemente, nos instrumentos de gestão e ordenamento do território, enquanto alternativa aos elevados consumos energéticos de fontes não renováveis.

O segundo dos objectivos, implícito no caso de estudo, consistirá numa avaliação dos contextos bioclimáticos de um grupo vulnerável da sociedade, enquanto abordagem *de prevenção de risco bioclimático* de modo a minimizar os efeitos dos episódios climáticos extremos na saúde e no bem-estar dos cidadãos, particularmente, de doentes. A opção do nosso caso de estudo será o resultado do reconhecimento da importância de profissionais de saúde do Hospital de S. João do Porto investirem no planeamento e prevenção da saúde, de indivíduos vitimados por enfartes de miocárdio, através de um diagnóstico de contextos bioclimáticos que caracterizam os abrigos dos seus doentes, no contexto geográfico da cidade do Porto.

CAP. 2 – PLANEAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

"O processo de planeamento urbano sustentável deverá garantir uma maior satisfação das necessidades da população, uma maior eficiente gestão dos recursos renováveis e não renováveis e uma garantia de monitorização através da participação alargada da população."

(AMADO, 2005, p.46).

2.1. Visão do planeamento urbano sustentável

Perante a problemática apresentada onde as alterações climáticas são reconhecidas como a mais séria ameaça ambiental que actualmente o mundo enfrenta (UNITED NATIONS, 2000), parece evidente a necessidade de um papel mais activo de planeamento do território à escala local.

A cidade, enquanto núcleo maioritário, embora não exclusivo, de suporte das actividades humanas que se desenrolam na superfície terrestre, entendida como um «Ecossistema» integra uma componente física, uma componente social e uma componente sistémica.

A primeira encontra-se relacionada com a existência de condições naturais como são a sua morfologia, hidrologia, pedologia, botânica, clima e organismos biológicos. Estes exigem a consideração dos efeitos da paisagem humanizada, nomeadamente, o conhecimento dos seus limiares de carga sob pena de comprometerem o seu desenvolvimento quando esgotados os seus recursos. Segundo BRANDÃO (2003, p.198), esta componente exige a análise do impacte físico das cidades, a investigação dos seus fluxos de energia, nutrientes e materiais e o modo como afectam outros ecossistemas.

A segunda diz respeito à componente que consagra em si diferentes nichos de pessoas, modos de vida e actividades sócio-económicas, acarretando o desafio de dar resposta às necessidades de uma sociedade, de modo inócuo para o seu ambiente físico e, ao mesmo tempo, o de ser capaz de gerir tensões sociais dela resultante. Na realidade, esta componente resulta da transposição dos *"conceitos da ecologia física à dimensão social das cidades*" (BRANDÃO, 2003, p.198). Esta percepção da componente social advoga que nas decisões e, respectivas acções, que se toma na cidade não se ignore a diversidade de comportamentos sociais, estilos de vida e grupos de indivíduos mais vulneráveis.

A terceira componente incluída na abordagem ecossistémica que importa ter presente no entendimento de cidade consiste na percepção que ambas as componentes anteriores encontram-se interligadas entre si, em permanente mudança, funcionando como uma teia bastante complexa. Deste modo, a visão ecossistémica da cidade implica o conhecimento das relações físicas e sociais, os seus inputs e outputs, tendo como pano de fundo uma gestão equilibrada de interesses.

Na tentativa da procura de em equilíbrio destas três dimensões, que englobam a perspectiva ecossistémica das cidades, é primordial aprender-se a gerir os desequilíbrios urbanos que ultrapassam a simplicidade do equilíbrio da componente natural, para que no futuro as gerações da qual hoje somos progenitores possam continuar a gozar do seu equilíbrio, sob pena de poderem vir a assistir a um agravamento de tensões das diferentes componentes.

Assim, às cidades enquanto palco principal das relações humanas, das actividades económicas que nela se desenvolvem e, consequentemente, das principais perturbações antrópicas induzidas no suporte biogeofísico caberá o papel de protagonista não somente na criação de medidas de adaptação que contribuam para a minimização das vulnerabilidades percebidas, como também na definição de medidas de mitigação que possam conter os efeitos nefastos gerados.
Ora, a actividade do planeamento urbano enquanto processo de diagnóstico de territórios, de definição de prioridades e de estabelecimento de acções de diferente índole com vista à resolução dos problemas de uma sociedade, permanentemente em mudança e regida pela incerteza, deverá ser considerada uma forma de excelência na concretização de uma política urbana voltada para a sustentabilidade.

Deste modo, caberá ao planeamento do território assegurar que as capacidades ambientais não ultrapassem a capacidade do próprio sistema em se regenerar, nomeadamente, na procura de soluções que caminhem no sentido do conhecimento dos *Limiares de Carga* do território. A cada território está implícito um ciclo de vida que importa conhecer com vista a evitar que atinja o seu limite sem ter tido a capacidade de se renovar.

O conceito de sustentabilidade, com raízes no *desenvolvimento sustentável*[2] requer, portanto, a protecção do património natural, o que implica que o consumo dos nossos recursos materiais, hídricos e energéticos seja realizado a uma velocidade menor do que a capacidade do sistema natural de se auto-regenerar, assim como a poluição resultante da actividade humana não seja mais célere que a auto-reposição da natureza. A preservação dos recursos naturais, como a água, o ar, o solo, a diversidade biológica constitui um aspecto essencial à longevidade de todos os seres vivos e uma condição indispensável à saúde do Homem, em particular.

A agenda de sustentabilidade tida como o pilar base das políticas da união Europeia *"realça as interdependências entre o ambiente físico e os sistemas económicos e humanos, reconhecendo que há um limite para além do qual o ambiente não pode sustentar esses níveis de actividade"* (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 1996, p.207).

O planeamento urbano deve, assim, com vista à conquista de territórios sustentáveis integrar as directrizes defendidas na carta das *Cidades Europeias para a Sustentabilidade* realizada em Aalborg[3], cujo objectivo central consistiu na defesa de uma campanha europeia de cidades e vilas saudáveis.

2.2. Contributo da climatologia para o planeamento urbano sustentável

Partindo da ideia de cidade enquanto ecossistema urbano, enquanto conjunto formado por um meio natural e pelos seres vivos que o habitam, os quais interagem uns com os outros e com o próprio ambiente, ao planeamento urbano deverá ser exigida uma *abordagem ecossistémica*. Esta perspectiva implica que todas as formas de poder, desde o legislativo, o político, o institucional até ao cívico tratem a realidade numa perspectiva holística, o que exige o abandono de uma visão fragmentada e compartimentada de indicadores de qualidade de vida urbana.

A utilização do conhecimento climático no planeamento urbano constitui, assim, uma possível alternativa que não dispensa a aplicação de uma abordagem ecológica e sistémica. A tentativa de maximizar o recurso clima baseia-se na ideia de que tal poderia ser vantajoso em diferentes domínios, nomeadamente, económico, ambiental e humano.

Segundo CUADRAT, J. & PITA, M. (2000, p.16), *"o estudo do clima como recurso partiria da consideração do clima como um recurso fundamental para a humanidade e tentaria abrir as vias para uma utilização óptima do mesmo. Trata-se, por isso, de um recurso particular na medida em que a sua característica mais importante é a variabilidade, tanto espacial como temporal, de forma que uma utilização óptima do recurso implica a adaptação das actividades humanas a esta variabilidade, incluindo as situações extremas, capazes de gerar severos impactes sobre a sociedade".*

2 Visão de desenvolvimento que vai de encontro às necessidades das gerações presentes sem comprometer a capacidade de desenvolvimento próprio das gerações futuras (WCED, 1987, p.43, citado por AMADO, 2005, p.38).

3 A Conferência de Aalborg, também designada pela conferência Europeia sobre Cidades Sustentáveis, foi celebrada entre 24-27 de Maio de 1994 em Aalborg (Dinamarca), na qual são definidas as bases para a aplicação do desenvolvimento sustentável à escala local através da Agenda 21

CARTA DAS CIDADES EUROPEIAS PARA A SUSTENTABILIDADE

1.PAPEL DAS CIDADES EUROPEIAS – enquanto pilares da sociedade e do estado;

2.CONCEITOS E PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE – pressupondo a preservação biodiversidade, da saúde humana, da qualidade do ar, da água, do solo.

3.ESTRATÉGIAS LOCAIS PARA A SUSTENTABILIDADE – exigem o conhecimento das especificidades de cada cidade.

4. A SUSTENTABILIDADE COMO UM PROCESSO CRIATIVO, LOCAL E EQUILIBRADO – baseado na participação dos cidadãos na defesa dos seus interesses e das gerações futuras.

5. A NEGOCIAÇÃO ABERTA COMO MÉTODO DE RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS – que consiste na resolução das dificuldades recorrendo de entidades de diferentes níveis de poder;

6. A ECONOMIA URBANA PARA A SUSTENTABILIDADE – que exige um investimento no capital natural, nomeadamente, reservas de água, solos, habitats, nas energias renováveis, parques naturais, edifícios energicamente eficientes, etc.

7. A EQUIDADE SOCIAL PARA A SUSTENTABILIDADE URBANA – que requer que a protecção ambiental integre as necessidades sociais básicas da população, tais como emprego, acção sanitária e habitação.

8. PADRÕES DE USO SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO – que passam por soluções de cidade compacta, pela mistura de usos de solo e por esforços na redução das necessidades de mobilidade.

9. PADRÕES DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL – implica um investimento em transportes ecológicos (andar a pé, de bicicleta, de transportes públicos, transportes menos poluentes) e uma adequada planificação dos transportes intermodais.

10. RESPONSABILIDADE PELO CLIMA LOCAL – o que exige uma redução das emissões de Co2 através, da criação de alternativas em fontes de energia renováveis.

11.PREVENÇÃO DA INTOXICAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS – através da redução da poluição da atmosfera, da água e do solo.

12. A AUTO-GESTÃO NO PLANO LOCAL, CONDIÇÃO NECESSÁRIA DA SUSTENTABILIDADE – baseada nos direitos de auto-gestão conferidos às cidades, em virtude do princípio de subsidiariedade.

13. OS CIDADÃOS COMO PROTAGONISTAS DA SUSTENTABILIDADE E O ENVOLVIMENTO DA COMUNIDADE – que inclui a partilha de responsabilidades entre todos os sectores das comunidades locais, constituindo as Agendas 21os planos de acção local por excelência.

14. MEIOS E INSTRUMENTOS DA GESTÃO URBANA, ORIENTADOS PARA A SUSTENTABILIDADE – que passa por um compromisso pela utilização de instrumentos políticos e técnicos disponíveis para uma abordagem ecossistémica da gestão urbana.

Fonte: GRUPO DE PERITOS SOBRE AMBIENTE URBANO (1996)

2.2.1 O contributo da climatologia na aplicação dos princípios de desenvolvimento sustentável

Nesse sentido, o conceito de desenvolvimento sustentável há muito proclamado necessita de ser abordado numa perspectiva de planeamento territorial que integre a complementaridade da dimensão social e física de sustentabilidade. Assim, planear o território implica, em primeiro lugar, o conhecimento dos seus recursos ou se quisermos a tomada de consciência que o suporte biogeofísico deverá ser o ponto de partida de qualquer acção e decisão implementada sobre este. A este propósito, ALCOFORADO (1999) defende a importância da informação climática no desenho urbano e na avaliação de diversos impactes climáticos para a mesma área, tendo como base mapas climáticos.

Nesta gestão do suporte biogeofísico deverão estar subjacentes os *princípios de sustentabilidade*[4], de natureza temporal e territorial (de dimensão local, regional e global), os quais importam referir, atendendo especificamente ao clima enquanto recurso (COMISSÃO EUROPEIA, 1996, p.45-47).

i) a atenção privilegiada aos *limiares ambientais*, sob pena do suporte natural deixar de exercer de um modo natural as respectivas funções. No caso particular da atmosfera, a produção excessiva de G.E.E. que contribuem para destruir as moléculas de ozono, a 30 km de altitude, têm vindo a impedir o desencadeamento do processo natural de «Efeito de Estufa», destruindo a respectiva protecção contra as radiações ultravioletas. Embora, os cientistas sejam unânimes na defesa que esses limites estão a ser ultrapassados, desconhece-se os limites exactos. Perante tal, é fundamental a aplicação do Efeito de Precaução, subscrito pelo Tratado de Maastricht. Este princípio reside na ideia que embora, por vezes, a ciência seja incapaz de prever e quantificar o risco, uma vez que existe uma incerteza implícita, deverá optar sempre pelas soluções da sua minimização, através de medidas preventivas e pela redução de acções que se adivinham prejudiciais para o ecossistema.

ii) Um outro princípio advogado em prol de um desenvolvimento sustentável é o da *Eficiência Ambiental* que reside na tentativa *"de consecução do benefício económico máximo por cada unidade de recursos consumida e por cada unidade de resíduos produzida"* segundo o Livro branco, *Cit in* COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (1996). Particularmente, no caso do recurso clima, a eficiência ambiental pode passar pela:

a) maximização do aproveitamento das condições climáticas locais, de modo a rentabilizar os ganhos energéticos capazes de evitar o consumo de outras fontes de combustível não renovável.

b) capacidade de utilização de energias renováveis, como é o caso da energia solar.

c) melhoria da eficiência técnica da conversão do calor natural, através de uma melhor recuperação do calor residual.

III) Ao princípio anterior deverá estar associado um outro princípio, o *Princípio da Elegância* que defende a necessidade de solucionar-se determinada carência pelos meios mais simples e económicos defendido por Brugmann *cit in* COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (1996). Neste caso, uma correcta adequação entre escala urbana e, respectiva, escala climatológica pode permitir aos abrigos (ambientes *indoor*) retirar partido das condições naturais do clima do seu território, evitando gastos de consumo energético artificial, ora por necessidades de aquecimento, ora por requisitos de arrefecimento. A aplicação deste princípio deve salvaguardar, no entanto, o conhecimento da envolvente da construção a ser realizada, ou seja, antes da edificação, sendo fundamental a consciencialização que diferentes critérios naturais e antrópicos resultarão em efeitos distintos. Na realidade, embora, implique a relação entre várias disciplinas que estudam o território, alargando a actuação a

[4] A definição destes princípios teve como ponto de partida o documento *"Framework for local sustainability"* elaborado pelo *Local Government Management Board* do Reino Unido.

profissionais diversificados, este processo a montante da acção de edificar pode evitar problemas de desconforto térmico a longo prazo, bem como elevados gastos energéticos. Nesta perspectiva multi-escala e integrando critérios térmicos que actuam sobre um determinado lugar será possível simplificar os processos que normalmente exigem uma resolução, por parte do proprietário ou das empresas de construção, a médio e longo prazo.

iv) Um outro elemento que não deverá ser ignorado quando se estudam hipóteses de acção no suporte biofísico que deixarão marcas no território, por um período significativo à escala Humana, é o próprio homem. Esta observação levanta outra questão: "que vantagens poderá o homem, enquanto ser social e económico, extrair deste exercício de reflexão bioclimática?" Na nossa perspectiva, salvaguardamos a ideia que a inclusão de diferentes profissionais de diferentes áreas na actividade do planeamento urbano, desde a geografia, a geologia, a arquitectura paisagísticas, os planeadores do território, entre outros, poderão contribuir para o conhecimento do território de modo mais aprofundado, integrado e partilhando princípios holísticos que poderão colmatar uma lacuna associada ao planeamento urbano clássico. Esta visão interdisciplinar poder-se-á incluir no *Princípio de Eficiência de Bem-estar* que intercede pela maximização do benefício humano de cada unidade de actividade económica, que passa pela capacidade de aumentar-se a diversidade económica e social, assegurando-se o maior número possível de actividades e meios de explorar os bens económicos, neste caso concreto, seriam os serviços de construção civil e os serviços de estudos territoriais de suporte ao acto de edificação.

v) Se o princípio da *Eficiência de Bem-estar* coloca a tónica no homem enquanto sujeito económico que retira do seu trabalho a sua fonte de rendimento, um outro princípio não poderia ser subvalorizado, o designado «Princípio da Equidade» que não esquece a estratificação social, implicando o reconhecimento de necessidades de distribuição equitativa da riqueza. No âmbito da aplicação do conhecimento climático no planeamento urbano consideramos este princípio é essencial. O clima é um dos poucos recursos naturais que pode ser consumido de forma igualitária por todos os membros de uma sociedade, independentemente dos seus recursos económicos. No entanto, existem formas de maximizar o conforto que dele poderemos retirar, o que nem sempre acontece. Se repararmos na organização espacial de algumas cidades, realizada ao longo do tempo, nomeadamente da cidade do Porto deparamos que o seu processo de ocupação não terá sido aleatório. As freguesias a norte da cidade, aquelas que são as menos soalheiras, de um modo geral, são preteridas pelos residentes de classes sociais privilegiadas, curiosamente. Ora, a aplicação destes princípios bioclimáticos no território poderá constituir um meio por excelência de distribuir a riqueza "Sol" de modo mais vantajoso, atenuando as necessidades de aquecimento ou de arrefecimento que os mais pobres não podem pagar. A utilização de meios tecnológicos para atenuar os efeitos térmicos indesejáveis não constitui uma realidade generalizável a toda a população portuguesa, sendo este um dos aspectos que importa sublinhar no desenvolvimento de alternativas mais baratas e, simultaneamente, mais ecológicas.

Somente a tomada de consciência e a concretização destes princípios poderá permitir que o conceito de desenvolvimento sustentável que parece ter caído em descrédito, (apesar de na realidade ele se encontrar permanentemente no discurso dos órgãos instituicionais e seja referido tão frequentemente pelos órgãos de comunicação social e, pela sociedade em geral), deixe de ser preterido em favor de interesses directos e imediatos.

A consideração do clima na organização espacial de todo o tipo de actividades humanas revela-se fundamental, sob pena de não sermos capazes de nos prevenir perante eventos extremos, bem como rentabilizar as particularidades específicas de cada lugar. Acreditamos que a capacidade do homem compreender o comportamento e ritmo climático do lugar onde habita e, perante tal construir abrigos que maximizem as suas potencialidades e minimizem os seus efeitos perversos, permitirá a rentabilização do seu conforto térmico e, em casos mais extremos, evitar a exposição ao risco para a respectiva saúde.

A prossecução destes princípios de sustentabilidade passa pela escolha privilegiada da *escala regional e local*, reforçando a importância da aplicabilidade da climatologia na implementação de uma política de ordenamento do território, assim como, a uma escala de pormenor crescente, designadamente citadina, a necessidade do uso do conhecimento climático no território.

Esta climatologia aplicada exige, o conhecimento do clima como uma variável flutuante, importando por isso, a sua monitorização e análise permanente, mas mais do que isso, reconhecer as necessidades climáticas que afectam determinado local, perante a panóplia de actividades nele desenvolvidas e, que por sua vez, também modificam a composição química e física da própria atmosfera.

O próprio Instituto de Meteorologia Português nalgumas conferências que tem vindo a realizar, reconhece o interesse pelos estudos de âmbito da aplicação climatológica. Na nossa perspectiva, o caminho para o cumprimento dos desejos do IPCC, com vista ao tipo de respostas mais adequadas às alterações climáticas exige, assim, o desenvolvimento de uma monitorização e análise permanente das variáveis climatológicas a diferentes escalas, nomeadamente, a regional e a local, aquelas que nos permitirão desburocratizar as teias de um sistema complexo e cruzar o conhecimento climático com outras fontes multidisciplinares de conhecimento.

2.2.2 O papel da climatologia aplicada

A climatologia, disciplina inserida na ciência geográfica tem vindo a assumir uma visão evolutiva ao longo do tempo, sendo fortemente influenciada pelas correntes filosóficas que guiaram o objecto de estudo da geografia, bem como do seu próprio método.

Skaggs, com o objectivo de sintetizar as diferentes correntes de pensamento geográfico que condicionaram o conhecimento científico da climatologia, contextualiza a climatologia na Geografia Americana em três períodos distintos.

Num primeiro período, no final do século XIX, na chamada "A Era Formativa", "*a geografia física era largamente reconhecida como uma ciência natural que utilizava os métodos das ciências físicas e biológicas para compreender os processos e padrões espaciais do ambiente natural "* (SKAGGS, 2004, p.1). Nesse sentido, a climatologia influenciada pela ciência positivista (baseada na observação, elaboração de hipóteses, deduções e consequente apresentação de leis) constituía uma parte fundamental da geografia, na medida que era entendida como determinante para a compreensão da actividade humana. Neste momento, esta disciplina é claramente influenciada pelas correntes deterministas, defensoras que o meio geográfico, nomeadamente, o meio físico, era responsável pelo desenvolvimento humano dos povos, chegando-se a proclamar o desenvolvimento das nações como causa-efeito do seu tipo de clima. Ellen Semple[5] chegaria a afirmar "*os climas são determinantes para a saúde dos povos e deles depende a sua agilidade física e mental"* citada por FERREIRA & al. (1986, p.70). A climatologia na tentativa de procura das relações de causalidade entre os homens e clima tornou-se, portanto, demasiadamente determinista, reduzindo e explicando as próprias características físicas e mentais do homem ao seu meio climático.

A necessidade de previsão do comportamento do tempo irá desencadear os primeiros estudos climatológicos, através da constituição de uma rede de observatórios meteorológicos. Certamente serão estes primeiros passos de monitorização, restritos ao registo da temperatura e precipitação, que terão permitido à climatologia ocupar-se da caracterização de áreas em

5 Discípula de Ratzel, percursor do Determinismo Geográfico, defende a ideia, sintetizada no livro que escreveu sobre as *"As influências do Meio Geográfico"*, que o meio geográfico determina o homem.

homoclimas, conducentes ao princípio da zonalidade, ao conhecimento da dissimetria entre costas orientais e ocidentais e à gradação altimétrica entre elementos climáticos. Contudo, os climas dos diferentes lugares são caracterizados com base simplesmente nos valores médios dos elementos climáticos.

Umas décadas mais tarde, emerge uma nova era, a "Era Regional", na sequência da primeira Guerra Mundial, em que "o determinismo ambiental perde eficácia intelectual" (Skaggs, 2004, p.2). Nesta Era a geografia passa a ser encarada como *"ecologia humana que não deve ser relacionada com a explicação do perfil e distribuição dos diferentes climas do mundo, mas com as relações humanas do clima, meramente, como mais um elemento do complexo ambiental" (*Skaggs, 2004, p.2). Assim sendo, a ciência geográfica dedica-se a estudar os movimentos historicistas que estão na base da explicação de uma sociedade e, consequentemente, o estudo da climatologia é visto como mais um elemento de análise de uma determinada região. É por esse mesmo motivo, que encontramos uma climatologia tradicional, ou se quisermos, linear e simplista nessa ocasião cuja preocupação central era a classificação climática das regiões. Segundo CARACRISTI (2002, p.19) a propósito do estudo do tipo de cartografia, nomeadamente da cartografia climática, atendendo ao processo de conhecimento científico, *"a cartografia da climatologia tradicional centrava-se em demarcações espaciais, nos limites de ocorrência dos fenómenos, principalmente no delineamento territorial dos parâmetros meteorológicos"*. O trabalho de Thornthwaite é disso um exemplo, através da sua classificação de clima, sendo clara a descrição do clima como uma média de tempo, tornando-se parte integrante da base física para a geografia regional. Esta «Era Regional» que vigoraria até à 2ª Guerra Mundial reflectiu o paradigma historicista do pensamento geográfico que viera substituir o paradigma determinista. Este novo modelo de ciência, como reacção ao positivismo, renuncia às leis gerais explicativas dos fenómenos sociais, tentando somente aprofundá-los com base na evolução histórica de uma sociedade. A geografia, na qual a climatologia resulta enquanto disciplina, centra-se em monografias regionais do meio físico, eliminando a ideia de que o ser humano já não resulta do ambiente mas antes constitui um agente que actua no meio, o que explica o facto da climatologia, por seu turno, ter-se restringido ao simples suporte onde desenvolvem-se as actividades humanas.

O paradigma da descrição regional e a sua influência para os estudos da climatologia entrou em crise, após a Segunda Grande Guerra. Aliás, as exigências do período de guerra trouxeram fortes avanços na área da quantificação, detecção remota, computação, entre outras metodologias, contribuindo para alguns progressos concretamente na climatologia, marcando a emergência da "Era Moderna".

Como resultado dos avanços tecnológicos realizados durante e após a Segunda Guerra Mundial, o estudo do tempo passou a integrar o contributo dos satélites artificiais de observação meteorológica através da fotografia, permitindo melhorias significativas no prognóstico do tempo, o mesmo será dizer que estes instrumentos foram essenciais para a climatologia sinóptica. Este novo tipo de climatologia substitui claramente a climatologia analítica vigente até então. O estudo da climatologia baseada em valores médios passou a ser considerado abstracto, estático uma vez que ignorava as flutuações das suas séries temporais e separativo pois não combina o comportamento de diferentes elementos climáticos aquando da sua análise. Este novo tipo de climatologia ao exigir o conhecimento do estado de tempo decorrido num determinado lugar, ao longo de um período de tempo, ao tentar descobrir ritmos, ao esforçar-se por detectar sucessões habituais imprime à climatologia uma nova dinâmica, daí a climatologia sinóptica ser também conhecida por este adjectivo. É neste contexto, que a climatologia incidirá o seu trabalho em tentativas de combinações atmosféricas e na análise de situações sinópticas com a finalidade de sintetizar as características de elementos atmosféricos combinados como resultado da influência de determinadas massas de ar em situações idênticas (*quadro 2).*

Quadro 2 – Diferenças entre climatologia analítica e sinóptica

Climatologia Analítica	Climatologia Sinóptica
▪ Separativa (análise individual dos elementos climáticos)	▪ Combinada (Análise de elementos climáticos conjunta)
▪ Abstracta (análise somente dos tipos de tempo médios)	▪ Concreta (Análise de tipo de tempos médios associada à sua frequência e duração)
▪ Estatística (Ignora o comportamento do estado de tempo)	▪ Dinâmica (Estudo das sucessões experimentadas pr diferentes tipos de tempo)

Fonte: autor baseado em CUADRAT (2000)

Esta climatologia sinóptica embora tenha ultrapassado algumas limitações, não terá tido presente a tradição espacial, ou seja, características geográficas, tais como: relevo, vegetação, hidrografia, ocupação humana, entre outros factores que fundamentais para a compreensão do comportamento climático em cada território. CUADRAT & al. (2000, p.13), a propósito desta mudança do estudo da climatologia, sublinha que *"o abandono de tradição espacial é evidente".*

Todavia, a realidade sócio-económica e ambiental que mais tarde se faria sentir, terá modificado o percurso traçado pela visão puramente sinóptica. Desde, sensivelmente, a década 60 e 70 esta climatologia sinóptica não parece ser capaz de abandonar todos os pressupostos da climatologia analítica e, sobretudo, a componente geográfica no seu estudo. "A obtenção de séries longas de dados climatológicos para diferentes regiões do globo que permitiu observar importantes alterações à escala planetária" (DESSAI & TRIGO, 2001, p.120) associada à crise petrolífera da década de 1970, viriam introduzir as primeiras preocupações no âmbito da delapidação de recursos naturais, vislumbrando-se a ideia da importância da salvaguarda e preservação do meio ambiente.

Além disso, novas ideias transformaram o estudo do clima. Uma delas foi a noção sistémica de clima, incorporando uma diversidade de feedbacks, não somente no interior da atmosfera, mas alargando a sua actuação à criosfera, litosfera, hidrosfera, bem como biosfera. Alimentado pela energia proveniente do sol, o sistema climático é o resultado de uma contínua interdependência entre atmosfera, oceanos, criosfera, superfície terrestre e biosfera. O clima não é, portanto, o factor ambiental mais importante, mas antes um factor resultante de interacções de diversos subsistemas.

A outra ideia reside na capacidade de se compreender o sistema climático de modo estocástico, ao invés de determinista. Esta recente visão da climatologia, tal como defende PEIXOTO (1997), constitui uma visão sistémica, integrada e caótica. No estudo climatológico novos elementos climáticos são incorporados, nomeadamente, a radiação solar, a irradiação terrestre, o albedo atmosférico e superficial, a nebulosidade, a distribuição de aerossóis, o vapor de água, entre outros. A climatologia da «Era Moderna» embora numa primeira fase tivesse debruçado a sinóptica e dinâmica ao seu objecto de estudo, viria portanto, a alargar os seus horizontes deixando de excluir estudos estatísticos aplicados à climatologia, bem como a *dedicar-se à compreensão de flutuações climáticas* e a estudos de mudança global climática, sem esquecer ignorar a reconstrução climática de longos séculos. Ainda assim, a *climatologia pragmática* dos dias de hoje, *"caracterizada por uma perspectiva integrada, ela deverá ser implicitamente incluída na análise espacial, ecológica e regional, mas também quando se abordam questões como o desenvolvimento dos recursos naturais, as estruturas ambientais, o ecossistema e mesmo na elaboração de políticas de planeamento e ordenamento do território"* (MONTEIRO, 1989a, p. 260).

2.2.3 Leis e instrumental analítico da climatologia

A *Teoria Geral dos Sistemas*, proposta pelo biólogo Ludwing Von Bertalanffy em 1901, *"propõe que os sistemas podem ser definidos como conjuntos de elementos com variáveis e características diversas entre si e o ambiente"* (Gregory *cit in* Rodrigues 2001, p.72), em interacção dinâmica, com o objectivo de atingirem um equilíbrio.

No caso da *Teoria Geral de Sistemas* aplicada à atmosfera, cujos elementos são a água, a temperatura e a energia, a finalidade reside na igualização do conjunto energético do equador e dos trópicos, realizando-se, portanto, uma busca permanente da homogeneização energética da atmosfera. Bertalanffy foi o responsável por introduzir uma concepção organicista, a ideia que um organismo deve ser entendido como um todo, "um sistema organizado e definido por leis fundamentais de sistemas biológicos a todos os níveis de organização".

Esta teoria viria a constituir a síntese de princípios sobre os quais assentariam outras teorias, sendo também ela chamada a "teoria das teorias", uma vez que o seu conceito abstracto de sistema procurou encontrar leis gerais, aplicáveis a qualquer sistema e a qualquer nível da realidade.

Lorenz, meteorologista, apoiado na Teoria Geral dos Sistemas e ao adjectivar o sistema atmosférico como um sistema dinâmico e caótico introduz também uma nova teoria, a Teoria do Caos. Esta teoria que constitui um ramo das ciências matemáticas, com o objectivo de tratar o comportamento qualitativo a longo prazo de um sistema dinâmico, nomeadamente da atmosfera, é guiada pelo princípio da incerteza, em que o sistema corporiza uma ordem invisível comparável e que só pode ser compreendida e descrita à posteriori. Desta teoria resultou um princípio, conhecido pelo "Efeito Borboleta" que defende que basta uma pequena modificação num determinado lugar do globo para que os seus efeitos sejam sentidos noutro ponto longínquo e a meses de distância. O nome dado a este princípio resultou da observação realizada por Lorenz, para o qual "um simples bater de asas de uma borboleta num determinado ponto do globo será o suficiente para gerar um tornado num qualquer lugar do planeta, vários meses mais tarde". O sistema atmosférico, portanto, enquanto sistema aberto, aquele que importa e exporta matéria, energia e informação não poderá restringir-se à soma das partes.

PEIXOTO (1997) reforça, aliás, esta ideia sistémica ao definir os sistemas abertos como *"aqueles em que há permuta de massa e de energia entre o sistema e o seu universo complementar"*, à semelhança do comportamento do sistema climático que é constituído por 5 subsistemas – atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera, (também sistemas abertos), cujo sinal de entrada de um desses subsistemas é o sinal de saída do antecedente.

Estes subsistemas ligados mecanicamente, de forma ordenada, através do fluxo de massa e de energia constituem o que se chama de *Sistema de Cascata*. *"O sistema climático é portanto uma estrutura global, organizada e hierarquizada horizontalmente (na estrutura) e verticalmente (na função). Adivinham-se vários níveis de organização ligados por núcleos polarizadores em diversos estratos, que filtram as entradas de energia dos níveis superiores e controlam a passagem dos fluxos produtores nos níveis inferiores. Cada uma destas estruturas organizadas possui regras de funcionamento"* (KOESTLER *cit in* MONTEIRO, (1997)), inseridas num *"sistema aberto, activo e complexo, cuja vitalidade está na dependência directa da capacidade de trocar energia e matéria com o exterior"* (MONTEIRO, 1997, p.11).

Este Sistema organizado em forma de cascata incorpora, portanto, várias escalas de análise em climatologia que importa distinguir e caracterizar os aspectos importantes de cada nível. Segundo MONTEIRO (1976, p.104), "a preocupação

taxonómica não deve visar estabelecer limites absolutos a cada unidade morfoclimática", mas antes centrar a atenção na capacidade relacional entre elas.

A classificação dos climas de acordo com a escala tem divergido ao longo do tempo. Para os franceses a apresentação de diferentes escalas em climatologia foi uma realidade, sendo de destacar os trabalhos de Sorre (1972) e de Pédelaborde (1959), *cit in* Monteiro (1976) aos quais se deve a diferenciação entre clima zonal, regional e local. A climatologia alemã representada por autores como Eriksen (1964) *cit in* Monteiro (1976) diferencia três grandes escalas: a macro, a meso e a micro. O contributo da classificação climática inglês surge com Thorthnaite (1953) que se debruçou ao estudo que o próprio designou por topoclimas.

O clima Global, também chamado de Zonal ou Macroclima, é segundo BERNAL *cit in* GARCIA (1995, p.6), aquele que é caracterizado pelas *"suas características que se repetem de forma mais ou menos constante sobre áreas de extensão superiores a 2000 km. Baseiam-se no facto da distribuição dos principais elementos do clima como a precipitação, temperaturas, humidade relativa, vento, insolação e nebulosidade se realizam por zonas, em função da latitude, da natureza da superfície subjacente e da circulação geral da atmosfera*".

O clima Regional *"caracteriza o clima de «compartimentos» no interior de cada zona ou área com o mesmo macroclima e depende de acidentes geográficos de grande dimensão, como por exemplo, de uma cadeia montanhosa, ou da distância a um oceano"* (ALCOFORADO, 1993, p.11). Atendendo à classificação estudada por Alcoforado, numa mesma área poder-se-á realizar a diferenciação de mesoclima, atendendo à morfologia da paisagem, nomeadamente, ao facto de tratar-se de uma área de planície ou de uma vertente com comportamentos diferentes dependentemente de se localizar a barlavento ou a sotavento, por exemplo. Uma definição de clima Regional, muito semelhante à de Alcoforado é apresentada por GARCIA (1995), que para quem este clima caracteriza-se por *"uma extensão que oscila entre os 200 e os 2000 km. Os incluiremos no interior das grandes zonas climáticas em que a orografia e as variações dos limites frontológicos que separam massas de ar diferentes, determinam uma compartimentação em zonas com diferenças significativas nos valores de alguns elementos climáticos"*.

Outros autores, nomeadamente, BITAN (1975), *cit in* Alcoforado (1993), considera que o topoclima, enquanto resultado do clima dependente de características topográficas, de uso de solos, presença ou proximidade a cursos de água, entre outras, constitui um sinónimo de clima local, uma vez que a palavra *topos* em grego significa local. À semelhança da definição de BITAN, também GARCIA (1995), entende o clima Local como *"um complexo e variado conjunto de áreas mais ou menos pequenas, que apresentam características semelhantes e dependentes dos climas regionais (…) mas revelam diferenças significativas como consequência da altitude, orientação, tipo de cobertura vegetal e a sua proximidade em relação à linha do mar*".

O *microclima* parece ser um outro termo divergente, na opinião de diferentes autores. Para Alcoforado, microclima "corresponde ao clima de áreas reduzidas junto ao solo", exemplificando o clima de uma rua muito estreita, de um pátio ou mesmo o clima no interior de um edifício. Porém, GEIGER (1990, p.6) aborda a noção de clima relacionada com a diversidade de diferenças horizontais em áreas reduzidas dependentes das características do solo, da ausência ou densidade de vegetação que o protege ou mesmo da humidade resultante. Acrescenta ainda que *"a enorme de variedade de microclimas resulta principalmente das diferentes superfícies subjacentes à camada de ar junto ao solo, tais como a terra, com ou sem coberto vegetal, uma camada de neve, ou gelo, quer sob a forma de mar gelado ou sob a forma de um glaciar"* (GEIGER, 1990, p.147). Uma terceira concepção é dada por GARCIA (1995), que encara o Microclima dependente das modificações do clima regional. Segundo o autor, talvez o exemplo mais paradigmático possa ser o Clima Urbano, concebido *como "um clima regional*

modificado, e dentro do qual podem-se individualizar áreas climaticamente diferenciadas em função dos usos do solo, orientação e largura das ruas, entre outros". Na sua definição sublinha que são aqueles que são gerados pela acção antrópica.

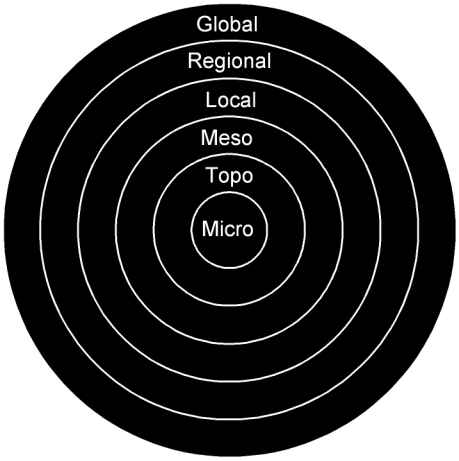
À semelhança deste último autor, também GOL'TSBERG (1969) *cit in* MONTEIRO (1976) atribui particular importância ao estudo dos microclimas da antiga U.R.S.S. deixando transparecer a sua escolha sobre definição de microclima associada ao próprio clima urbano.

MONTEIRO (1976), contudo, na classificação das escalas de mais pormenor, não abdica de um esforço de grande especificidade alargando o seu leque de conceitos. Assim, para este autor, o conceito de clima local pode apresentar diferentes subdivisões.

A primeira subdivisão é a de Mesoclima, entendido como um conjunto de topoclimas, encontrando-se tal conceito associado a divisões morfológicas como sendo, vertentes serranas, colinas periféricas, planície e cumes.

A subdivisão seguinte pormenoriza a escala e inclui a ligação entre, por exemplo, morfologia e estrutura urbana, na qual se especifica a volumetria, traçado e distribuição da sua edificação, sendo esta designada por escala topográfica.

O termo microclima, segundo MONTEIRO (1976), não se restringe à camada de ar junto ao solo, não ultrapassando os dois metros, estendendo a sua percepção à combinação da componente natural com a componente artificial de construção, ou seja, compreende o clima verificado entre dois edifícios ou o ambiente que se faz sentir na proximidade de um riacho.



Fonte: Monteiro, 1976

Figura 4 – Classificação taxonómica do clima

Nesta classificação taxonómica do clima (*fig. 4*) a qual é realizada uma correspondência ao nível da escala urbana é fundamental ter presente "a relação decrescente na definição dos espaços climáticos inversamente proporcional ao poder de criação (espaços habitacionais) e alteração (espaços urbanizados) do homem nos quadros climáticos, à medida que se ascende" em escala (MONTEIRO, 1976, p.111).

Embora os subsistemas que constituem os sistemas climáticos estejam ligados ordenadamente, eles são muito complexos. O comportamento de um sistema climático é regido pelas leis básicas da física: a Lei da Gravidade (NEWTON) – lei fundamental da dinâmica que exprime a variação da Q de movimento em termos de formas que os produzem e por leis da conservação de massa; 1ª Lei da Termodinâmica – conservação de energia em qualquer transofmação; 2ª lei da termodinâmica – aponta a transferência de calor das áreas quentes para as áreas frias; 3ª lei da termodinâmica - estabelece que é impossível, por meio de um número finito de etapas (ou estados) atingir a temperatura do zero absoluto (zero kelvin). *(Disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Termodin%C3%A2mica)*

Segundo estas leis, podemos perceber a afirmação "na natureza nada se perde, tudo se transforma"(Lavoisier) e, simultaneamente, deduzir a desordem implícita a um sistema atmosférico – em que *"milhares de células atmosféricas*

*obedecem à gravitação e às leis da mecânica dos fluídos, tendo em conta cada uma das numerosas interacções – mecânicas, térmicas, radiactivas e mesmo químicas – sem que nenhuma delas desempenhe um papel predominante "(*KANDEL, 1995, p35).

Esta última ideia é fundamental na defesa de uma classificação taxonómica do clima que não pretende sobrevalorizar umas escalas em detrimento de outras mas antes utilizar a diversidade, na tentativa de as compreender com um maior profundidade, contrariando a ideia que o conhecimento climático de um lugar exige uma hierarquia rígida.

CAP. III – BIOCLIMATOLOGIA

"De uma maneira geral, as relações entre fenómenos climatológicos e biológicos, devido à actuação do clima sobre os seres vivos, estudam-se no ramo da climatologia denominada por Bioclimatologia"

(RAMOS, 2000, p.195)

3.1. Bioclimatologia humana

A bioclimatologia humana, disciplina que se dedica ao estudo da relação entre elementos climáticos e a saúde e bem-estar das populações de um determinado local tem vindo a observar em diferentes estudos internacionais, realizados em diferentes contextos climáticos, uma forte influência entre situações climáticas extremas e aumento da morbilidade e mortalidade.

"O conhecimento bioclimatológico pode servir para avaliar o ambiente atmosférico, podendo também ser útil no campo do planeamento de prevenção, para conservar e desenvolver o clima como um recurso natural que toma em consideração a saúde, o bem-estar e o desempenho dos indivíduos" (JENDRITZKY, 1993, p.733). Nesse sentido, vários autores (todos eles participaram num artigo coordenado por JENDRITZKY) reconhecem que para se atingir o conhecimento bioclimatológico é necessário atender a uma complexidade de condições de troca de calor que não se restringem somente à temperatura do ar, mas antes agrupam e relacionam, simultaneamente, informação acerca do comportamento do vento, de humidade e de fluxos de radiação solar.

O conhecimento da bioclimatologia pode ser sentido de um modo directo, ao perceber a influência da atmosfera no organismo humano, ou através do esforço de compreensão de efeitos indirectos. Estes impactes podem ser inúmeros, variar entre a influência do clima: na produção da alimentação geradora por sua vez de efeitos na nutrição, na disponibilidade de água para consumo, bem como na criação de condições ideais para o desenvolvimento de doenças transmissíveis, nomeadamente, através de vector-borne, de cheias, tempestades e fenómenos naturais semelhantes.

O estudo da bioclimatologia, ao serviço da prevenção da política de saúde, constitui deste modo um meio de aprofundar o estudo dos riscos ambientais preteridos em relação ao estudo dos riscos individuais que a disciplina de epidemiologia se dedica a estudar, segundo JENDRITZKY (1993).

Todavia, os impactes do clima na saúde humana podem também ser positivos, cabendo também à climatologia o empenho de os detectar, aproveitando-os para que também possam ser utilizados em terapêuticas relevantes.

As noções de risco e de recurso dependentes do factor clima estimulam a bioclimatologia a conhecer as relações estabelecidas entre ambiente e saúde (JAUREGUI, 1993), como também a comprometem na prestação de cuidados de informação, recomendações às entidades públicas e decisores políticos que podem ser, por exemplo, sob a forma de recomendações sobre a qualidade do ar ou tipos de abrigo mais confortáveis e saudáveis do ponto de vista bioclimático, numa determinada cidade, perante determinadas patologias.

No entanto, os problemas de saúde resultantes das condições atmosféricas e qualidade do ar com que os bioclimatólogos defrontar-se-ão no futuro, serão diversos e envolverão o conhecimento das desigualdades espaciais mundiais, nomeadamente, o desequilíbrio de desenvolvimento humano de cada sociedade. Do lado dos Países Desenvolvidos (PD'S) os problemas mais gravosos estarão associados ao estilo de vida que caracteriza a sociedade ocidental, designadamente, resultantes de excessos alimentares, isto é, da obesidade fruto do sedentarismo, do poder contínuo das grandes cadeias de fast-food, do stress sofrido diariamente enquanto resultado de exigências crescentes de nível de vida, dos hábitos de tabagismo tão enraizados e em crescimento no universo feminino, da forte poluição produzida por sociedades que ainda lutam por energias alternativas a fontes de combustíveis fósseis, entre outros.

Na realidade, os factores de risco responsáveis por algumas das principais doenças que afectam as sociedades desenvolvidas, como são o caso das doenças cardiovasculares, de cancros de pele e de pulmão, serão aqueles que deverão ser prioritariamente tomados em consideração nos estudos bioclimáticos dos PD'S. Sabe-se que para além das crianças e pessoas idosas, "os grupos de risco possuem uma capacidade de adaptação limitada aos factores de stress térmico", segundo JENDRITZKY (1993, p.735) ou, se quisermos, uma menor resistência aos extremos climáticos.

Atendendo a que no futuro, o mundo poderá encontrar-se perante situações de stress térmico de modo mais intenso e frequente, apesar das desigualdades espaciais previstas, a "maioria dos estudos tem focado o impacte das temperaturas extremamente elevadas e reduzidas no desencadeamento da morte", segundo KALKSTEIN (1997). O mesmo autor (1997) refere que "as mortes provocadas por doenças cardiovasculares aumentam durante condições de tempo de stress térmico para o organismo". Assim, por exemplo, os Acidentes Vasculares Cerebrais resultantes de extremos de temperatura elevada, na língua inglesa conhecidos por *Heat Stroke,* representam somente uma pequena proporção do aumento da mortalidade. Em tais condições, a percentagem do total de mortes por todo o tipo de causas, em especial das *doenças cardiovasculares*, a longo prazo, pode alcançar taxas superiores ao dobro da actual média da respectiva taxa (KALKSTEIN, 1997).

As ondas de calor, referenciadas no capítulo anterior, enquanto episódios climáticos extremos têm aumentado de intensidade e frequência acarretando um aumento substancial da mortalidade e de doença (DESSAI, 2002, 2003; DIÁZ, GARCIA, CASTRO, HERNÁNDEZ, LÓPEZ & OTERO, 2002; DIÁZ & all., 2002, DIÁZ & all. 2006). A este propósito é curioso que estes dias de temperatura extrema tem gerado diferentes impactes, atendendo ao local do mundo onde os estudos bioclimáticos têm sido elaborados. Na Europa Ocidental, a mortalidade aumenta linearmente com o acréscimo de temperatura, enquanto que noutras áreas do mundo, designadamente, nalgumas cidades dos EUA, tal não se verifica, ainda segundo KALKSTEIN (1997) que acrescenta que "o impacte das ondas de calor parece ser mais marcante após 1 a 3 dias após o seu desencadeamento".

A par destas tendências de mortalidade previstas, por excessos de calor, reconhece-se ainda a importância do frio enquanto factor de stress térmico (DIÁZ & all., 2003), com impactes significativos em situações de registo de quedas de temperatura, especialmente, em países de Inverno temperado, em populações com menor actividade exterior, em pessoas que vestem menos roupa e em indivíduos que possuem casas frias (EUROWINTER GROUP, 1997).

Alguns exemplos de aplicações da bioclimatologia

A consciência da existência de uma categoria taxinómica do clima, por parte de quem se dedica ao estudo da bioclimatologia, sendo de destacar a pluralidade de disciplinas, nomeadamente, climatologia, saúde pública, ciências médicas, epidemiologia, planeamento ambiental e áreas adjacentes, permitiu um avanço significativo para o estudo da bioclimatologia. Os presentes estudos não se limitam ao estabelecimento de correlações entre variáveis de morbilidade e mortalidade de diferentes patologias e entre variáveis de clima e poluição, passando a incorporar um aspecto ignorado até recentemente: a análise espacial.

Nesse sentido, é de assinalar um evento histórico que viria a trazer uma nova concepção da bioclimatologia, o Simpósio com o título "Clima e Saúde Humana" realizado em Leninegrado (St. Petersburg) em 1986 que foi capaz de reunir uma diversidade de investigadores de diferentes áreas científicas. Nesse encontro foram discutidos assuntos relacionados com as seguintes questões:

I) Avaliações bioclimáticas através da utilização de modelos de troca de calor (conforto, desconforto, comportamentos adaptativos) em diferentes escalas;

ii) Impactes de diferentes climas no desencadeamento de doenças, morbilidade e mortalidade através do uso de bancos de dados epidemiológicos;

iii) Impactes da poluição do ar no clima, atendendo à saúde humana;

iv) Aspectos de conforto e saúde na habitação e planeamento urbano e regional;

v) Climoterapia;

vi) Impactes das mudanças climáticas na saúde, bem-estar e condições sócio-económicas.

Em ambientes exteriores, os estudos de conforto térmico assumem um particular interesse no âmbito da sub-disciplina de Bioclimatologia Urbana, podendo ser úteis ao planeamento urbano (JAUREGUI, 1993).

Entre vários estudos realizados no âmbito da bioclimatologia urbana, o estudo concretizado em Estugarda (Alemanha) merece especial atenção, dada a importância que Lord Mayor de Stutgart foi capaz de imprimir às questões de clima, qualidade de ar e saúde, tornando-as os factores mais importantes do planeamento urbano. Assim, a história retrata que em 1851, o Lord de Stuttgart ordenou a todos os agentes municipais um levantamento de opções que pudessem afectar o clima da cidade, através da consulta de climatologistas. Desde então, Estugarda teve a capacidade de envolver climatologistas no processo de planeamento urbano das cidades muito mais cedo do que a maioria das cidades. Claro está que a importância atribuída a monitorizações de poluentes de ar e parâmetros climáticos exigiu um investimento significativo na compra de instrumentos, nomeadamente, da aquisição de estações automáticas para o controlo da qualidade do ar e de registos de elementos climáticos móveis (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003, p.78-80).

3.2 Processos térmicos do corpo humano

O ponto anterior centrou a sua preocupação na averiguação da importância do clima no organismo através da apresentação do «Estado de Arte» da bioclimatologia. O esforço da compreensão das relações que se estabelecem entre Homem e Ambiente exige a compreensão do funcionamento do organismo humano, bem como algumas noções básicas que nos ajudam a compreender as principais formas de condução de calor capazes de lhe propiciar um maior ou menor conforto térmico.

Assim sendo, importa reconhecer o organismo humano sujeito a diferentes sensações despertadas através dos sentidos, podendo estas variar desde o olfacto, visão, paladar, audição e tacto. Esta última é precisamente aquela que neste momento deve ser considerada, sendo essencial para a compreensão do bem-estar físico e mental do homem.

3.2.1Formas de condução de calor

Os requisitos de equilíbrio térmico do organismo implicam a realização de uma série de processos, através dos quais realiza ganhos ou perdas de calor, entre o corpo e o ambiente. Deste modo, o balanço energético do corpo humano encontra-se dependente de trocas que podem ocorrer por *condução*, *radiação*, *convecção* e *evaporação*, as chamadas formas de dispersão térmica.

A transferência de calor por condução térmica consiste *"no transporte de energia térmica desde a parte mais quente de um corpo até à sua parte mais fria ou da sua parte mais quente até à parte mais fria de um outro corpo, realizada por contacto*

físico" (F.J. VAN STRAATEN *cit in* GONZÁLEZ, 1986a, p.46). Dos quatro processos de trocas, este é aquele que assume uma menor importância, uma vez que somente se realiza quando o homem se encontra em pé, cuja troca de calor é realizada por condução através da sola dos pés, constituindo um valor mínimo, segundo PINHO (1997, p.87).

A troca de calor por *radiação*, por sua vez, é efectuada continuamente pelo organismo humano para a sua envolvente, bem como dos objectos próximos para si, sob a forma de uma radiação de longos comprimentos de onda, nomeadamente, de infravermelhos. O processo de radiação estende-se ainda à fonte de radiação solar de comprimento de ondas curtas. É de salientar ainda, que o intercâmbio de radiação *"depende das diferenças térmicas entre o corpo e a sua envolvente, produzindo-se perdas se a temperatura da envolvente é inferior a 35º C e ganhos se a temperaturas são superiores"* (GARCIA, 1995, p.202). Segundo este autor, o fluxo de trocas aumenta à medida que crescem as discrepâncias de temperatura entre organismo e ambiente. Assim, para que se realize uma transferência de calor por radiação é necessário que dois ou mais corpos se encontrem a diferentes temperaturas, separados por um espaço transparente e que não impeça a troca de energia térmica sob a forma de ondas electromagnéticas.

No caso do processo de *convecção*, as trocas realizam-se através da remoção do calor excessivo criado pelo corpo, ou seja, sempre que a temperatura do corpo é superior à do ambiente realiza-se essa transferência. Todavia, também pode acontecer, que o fluxo de calor seja realizado a partir do ar em direcção ao corpo humano quando a temperatura da envolvente é superior à da pele. A convecção produz-se na superfície da pele e nela intervêm a velocidade do ar e a sua temperatura. *"Esta perda de calor processa-se, aproximadamente, segundo a raiz quadrada da velocidade do vento"* (PINHO, 1996, p.87), que é proporcional à diferença de temperaturas entre ar e superfície do corpo, segundo GONZÁLEZ (1986a).

A *evaporação*, o quarto processo de equilíbrio térmico, constitui também uma perda de calor, do organismo para o ambiente, através da libertação de água pelos dos poros existentes na pele ou da expiração libertada pelos pulmões.

3.2.2 Mecanismos de Termo-Regulação

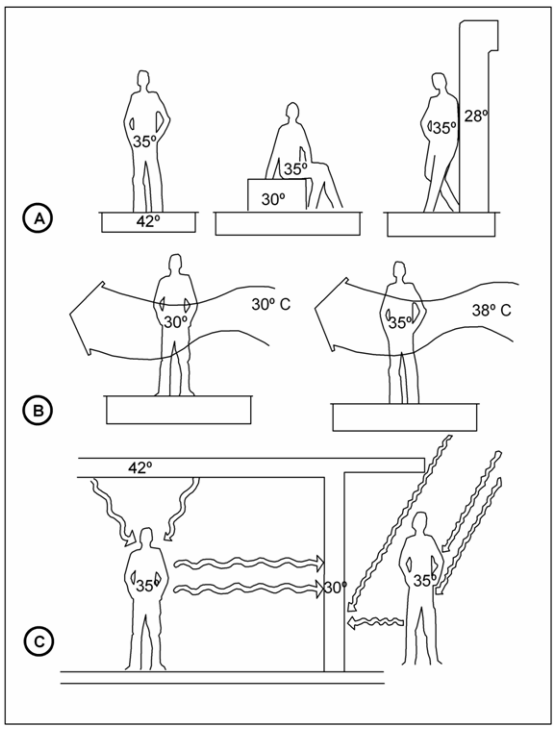
Em situações em que o calor do corpo é superior ao do exterior, o organismo produz suor com o objectivo de aumentar a evaporação capaz de diminuir a sua temperatura, segundo TOJO (1990). O mesmo será dizer que perante uma situação de aumento da temperatura interna do organismo, se verifica uma necessidade de transporte de calor desde a periferia e dos órgãos internos até à pele. Esta liberta calor através da dilatação conseguida através dos vasos sanguíneos e do aumento de circulação, sendo esta perda de calor pelo organismo denominada por *Vasodilatação* (SOARES, 1964).

Em situações extremas, em que a temperatura da pele continua muito elevada, "as glândulas sudoríparas[6] entram em actividade intensa, dando origem ao transporte de energia do calor, para o exterior, através de calor latente de vapor de água" (MATA, 1964a, p.11), iniciando-se o processo de *Sudação*. Este processo que consiste na libertação de suor pelos poros da pele, que posteriormente será evaporada, passando de estado líquido a gasoso, pode realizar-se mesmo em ambientes exteriores saturados, desde que a temperatura de saturação da atmosfera não seja superior à temperatura de saturação da pele. A quantidade de evaporação realizada depende da velocidade do ar, do nível de pressão do vapor de água, assim como do próprio vestuário que cada indivíduo transporta num determinado momento.
Contudo, quando as perdas de calor ultrapassam os ganhos, a sensação de arrefecimento pode tornar-se de tal maneira significativa, podendo dar origem a uma sensação de frio. Perante tal situação, o corpo acciona um outro tipo de mecanismo

[6] Pequenas glândulas situadas na camada profunda da pele que produzem suor para conservar o corpo fresco (Reader's Digest, 1997, p.553)

termo-regulador, a chamada *Vasoconstrição* que consiste na contracção da circulação sanguínea junto à pele, de modo a reduzir a sua temperatura e a torná-la num bom isolante que evite a perda contínua de calor. Em situações em que a sensação de frio persiste, o corpo humano começa a tremer, desencadeando uma rápida sucessão de contracções musculares que produzem calor e, provocam o aumento o metabolismo.

A figura 5 sintetiza os mecanismos de intercâmbio de calor entre corpo e ambiente por: condução, radiação e convecção.



Legenda:

A – Transferência de calor por Condução

B – Transferência de calor por Convecção

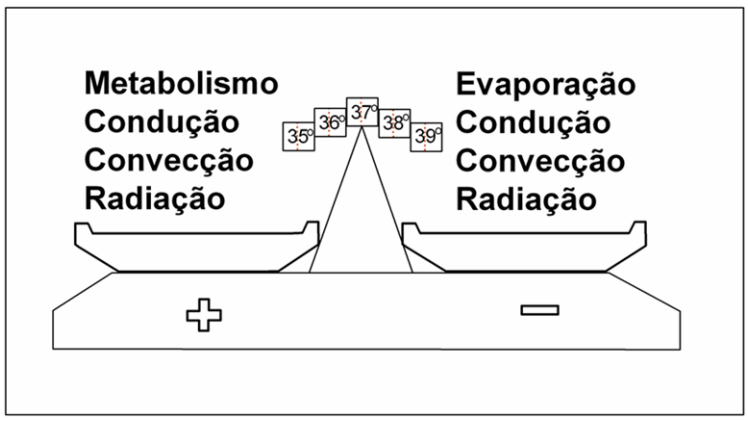
C – Transferência de calor por Irradiação

As diferentes formas de dispersão térmica, por vezes, revestem-se sob a forma de ganhos de calor, nomeadamente, através da actividade metabólica, da troca de calor por condução, convecção e radiação, outras vezes, de perdas que podem ser realizadas através dos três processos de dispersão térmica anteriormente citados, bem como da evaporação. O balanço térmico humano pode ser, então, descrito através da seguinte expressão:

$$M +/- R + / - \ Conv. +/- Cond. – E = 0,$$

Fonte: GONZÁLEZ (1986a, p.46,48,49)

Figura 5 – Formas de transmissão de calor entre o corpo humano e ambiente



Onde:

M = calor produzido por metabolismo;

R = troca de calor por radiação;

Conv. = troca de calor por convecção;

Cond. = troca de calor por condução;

E = perda de calor por evaporação

Fonte: Adaptado de GONZALEZ (1986a, p.40)

Figura 6 – Representação do balanço térmico humano

No caso do resultado da equação do equilíbrio térmico ser zero, então, o corpo humano encontrar-se-à em equilíbrio térmico, sem que se verifiquem sensações de frio ou de calor. Se, porventura, o resultado passar a ser superior a zero, significa que o corpo reclama por um excesso de calor, sucedendo o inverso para o caso do desconforto causado pelo frio. Como foi referido, perante as sensações de desequilíbrio térmico referidas, o próprio organismo humano reserva alguns mecanismos de auto-regulação, de vasodilatação, vasocontrição, sudação e tremor que o ajudam a proteger-se e a tentar reencontrar esse mesmo estado de conforto (*fig. 6*).

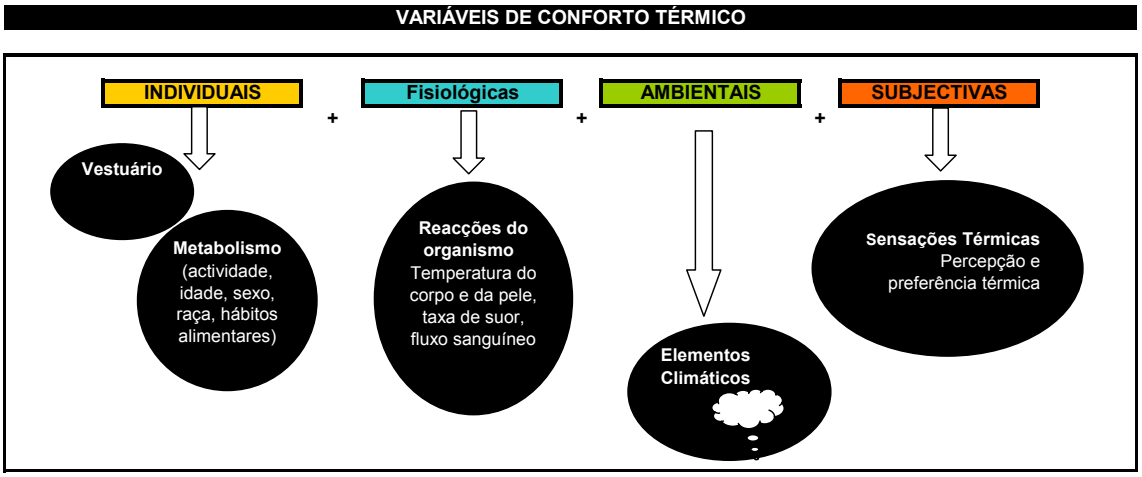
O principal responsável pelas sensações térmicas ou capacidade de aclimatização é o Hipótalamo, uma região do cérebro sempre atenta a qualquer sinal de alarme, *que "contem células que são extremamente sensíveis à temperatura do sangue que, por sua vez, responde às condições ambientais"* (PINHO, 1997, p.88). Assim, algumas células nervosas existentes no hipótalamo, sendo sensíveis ao calor e ao frio, são capazes de activar os mecanismos de regulação da temperatura sempre que o sangue que chega ao cérebro é mais quente ou mais frio do que o normal, nomeadamente, o processo de sudação no caso de calor excessivo e, de tremor em situações de sensação de frio. Embora o Hipótalamo constitua o "elemento principal de um centro térmico" segundo CABEÇADAS *cit in* SOARES (1964, p.35), convém não esquecer o papel da pele onde se localizam vários termo-receptores.

3.3. Conforto Térmico

Segundo a ISSO 7730[7] (1994) *"o conforto térmico pode ser entendido "como um estado de alma que expressa satisfação com o ambiente térmico".*

3.3.1 Variáveis de Conforto Térmico

O estudo do conforto térmico implica o reconhecimento da influência de variáveis *humanas, ambientais* e *subjectivas*.



Fonte: autor

Figura 7 – Variáveis influentes na noção de conforto térmico

As primeiras dependem do metabolismo resultante da actividade física e da resistência térmica de cada peça de vestuário. As segundas dizem respeito a alguns elementos climáticos como sendo: a temperatura do ar, a temperatura média radiante, a velocidade do ar e a humidade relativa do ar. As terceiras variáveis podem exercer influência nas condições de conforto térmico de cada indivíduo, dependendo das suas características pessoais, nomeadamente, do sexo, da idade, da raça dos hábitos alimentares, da altura, do peso, entre outras (LAMBERTS et al. 2005). Este último grupo de variáveis pode também ser entendidas como a componente da subjectividade do comportamento térmico (*fig.7*).

Variáveis Individuais ou Fisiológicas

As *variáveis individuais* ou *fisiológicas*, sendo aquelas que podem ser influenciadas pela anatomia e fisiologia de cada pessoa podem, assim, segundo OLIVEIRA & all. (1995), ser sintetizadas:

7 Norma Internacional que define um critério objectivo de avaliação de conforto térmico

i) Hábitos alimentares que afectam o metabolismo e justificam as diferenças de dieta entre diferentes áreas geográficas;
li) A idade – quanto mais idosa for uma pessoa maior a preferência por ambientes mais aquecidos;
iii) O sexo – as mulheres apresentam um metabolismo inferior ao dos homens, ou seja, produzem menos calor, o que conduz a preferências, em termos médios, por ambientes um pouco mais aquecidos;
iv) A forma do corpo – a relação entre volume e superfície influencia na preferência térmica;
v) A gordura do corpo – que funciona como um isolante térmico;
vi) O estado de saúde – uma pessoa doente pode ter os seus limites de conforto muito estreitos;
vii) O vestuário – responsável pela alteração das trocas térmicas;
viii) Aclimatização dos indivíduos – o tempo de permanência do ser humano num determinado contexto climático tende a que este produza hábitos e alterações metabólicas (quantidade de sangue e de suor) enquanto respostas de adaptação térmica.

Apesar da consciencialização, por parte dos estudiosos de conforto térmico, de uma diversidade de parâmetros responsáveis pela explicação das diferenças encontradas de sensações térmicas, entre distintos indivíduos, as actuais técnicas de medição de conforto ainda apresentam sérias dificuldades na sua inclusão em simultâneo. Ainda assim, são notáveis os esforços pela integração de variáveis fisiológicas, ambientais e subjectivas no seu estudo.

Contudo, as variáveis mais comuns e de utilização relativamente fácil podem ser consideradas: o *metabolismo* e o *vestuário*.

Um dos processos térmicos básicos do funcionamento do corpo humano consiste na actividade metabólica, sendo o *Metabolismo* definido como *"o conjunto de processos bioquímicos que ocorrem no organismo quando este cria tecido vivo a partir de substâncias nutritivas básicas ou as transforma em energia"* (RODRIGUES *cit in* Pinho (1997)). Por outras palavras, o metabolismo consiste na conversão dos alimentos ingeridos pelo ser humano em matéria viva e energia, podendo este conceito pode ser subdividido em *metabolismo basal* e *metabolismo muscular*.

O metabolismo basal encontra-se associado aos processos vegetativos do corpo humano, ou seja, *"representa a quantidade de energia necessária para manter o organismo em funcionamento durante o repouso, nomeadamente, para a manutenção de acções como a respiração, a contracção cardíaca e a temperatura do corpo"* (ENCICLOPÉDIA DE MEDICINA, 1997, p.736). O metabolismo muscular refere-se à quantidade de energia dispendida com o trabalho mecânico do corpo, variando de acordo com o tipo de actividade desempenhada (FERNANDES, 2002, p.2). Da actividade metabólica exercida por essa dita actividade resultará um excesso de energia relativamente àquela que seria necessária, sendo este excesso transformado em calor, sendo designado por calor metabólico (GARCIA, 1996, p.201).

O metabolismo pode ser expresso em W/m2 de pele ou em Met, unidade do metabolismo cujo valor unitário corresponde a uma pessoa relaxada. Assim, 1 Met = 58,15W/m2 de área de superfície corporal (As). A área de superfície corporal, segundo a ISO 8996[8], deve tomar em consideração as medidas corporais de:

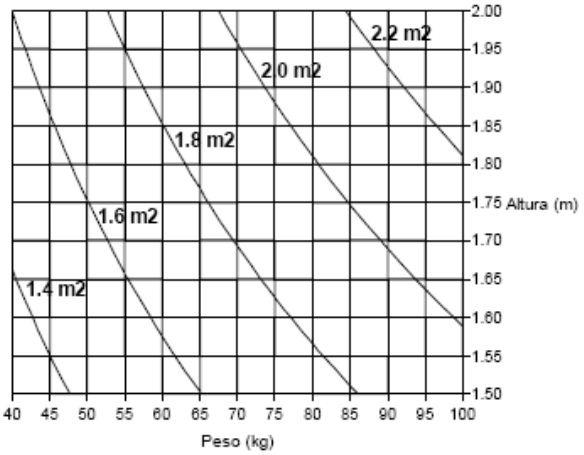
- Área de Superfície Corporal (As) = (m2)
- Massa Corporal (Mc) = kg
- Altura da Pessoa (Ac) = m
- As = 0,202 m * mc 0,425 * ac 0,725

Aplicando a fórmula da área de *superfície corporal* atendendo ao sexo, o metabolismo *típico* de cada *sexo* será:

8 ISO 8996 (International Organization foe Standardization: Ergonomics- determination of metabolic heat production).

- Homem Padrão – altura 1,7 m e massa 70 kg. As = 1,8 m^2; Met = 58,2 * 1,8 = 105 w
- Mulher Padrão – altura 1,6 m e massa 60 kg. As= 1,6 m^2. Met = 58,2 * 1,6 = 93 w.

A *figura 8* representa a área de superfície corporal em função da altura e do peso:



Fonte: IST, ÁGUAS (2001, p.12)

Figura 8 - Representação da superfície corporal em função da altura e do peso

A *tabela 1*, baseada num estudo de KOENIGSBERGER (1977), revela o nível energético exigido ao corpo humano, atendendo a diferentes situações.

Tabela 1 - Energia dispendida por actividade realizada

Actividade	Watt (w)
A dormir	70 (mínimo)
Sentado, movimentos moderados (Ex: digitalização)	130-160
Em pé, trabalho livre	160-190
Sentado, com braços e pernas em movimento	190-230
Em pé, trabalho moderado, às vezes andando	220-290
Caminhando, levantando ou empurrando pesos moderados	290-410
Carregando pesos pesados mais intermitentemente	440-580
Trabalho pesado	580-700
Trabalho muito pesado (máximo de 30 minutos de duração)	1100 (máximo)

Fonte: KOENIGSBERGER, 1977

Da observação da tabela anterior, poder-se-á compreender que a libertação de calor pelo organismo humano dependerá da intensidade e do tempo que uma determinada tarefa obriga. Assim, quanto maior o esforço dependido, maiores serão as necessidades de perda de calor para que o corpo consiga manter a sua temperatura constante, sob pena de ocorrer um aumento progressivo que poderia ser fatal.

Desta necessidade de libertação de calor, é possível depreender-se a capacidade de auto-regulação do corpo humano, ou seja, a sua faculdade de homotermia que independentemente da sua envolvente, do vestuário que transporta e da actividade que exerce consegue manter uma temperatura constante (37º C).

O *vestuário* constitui um segundo elemento que integra a componente das variáveis individuais do conforto térmico, HAVENITH & all. (2002), uma vez que constitui uma resistência térmica entre ambiente e corpo humano, ou seja, representa uma barreira para as trocas de calor por convecção, segundo LAMBERTS & all. (2005).

A unidade de medida do vestuário que permite quantificar a resistência térmica perante o ambiente é o clo, palavra originária da palavra inglesa *clothes*, podendo ser apresentada através da seguinte equivalência: *1clo=0.155m^2K/W.*

O papel do vestuário pode ser comparado ao de um isolante térmico, permitindo a formação de uma camada de ar próximo do corpo, podendo esta ser mais ou menos quente dependentemente do seu ajuste ao corpo, da porção do corpo que cobre e do seu nível de isolamento. A *tabela 2 e a figura 9* apresentam uma lista de peças de vestuário considerando o respectivo índice de resistência térmica, segundo o ISSO 7730 (International Standards Organizations).

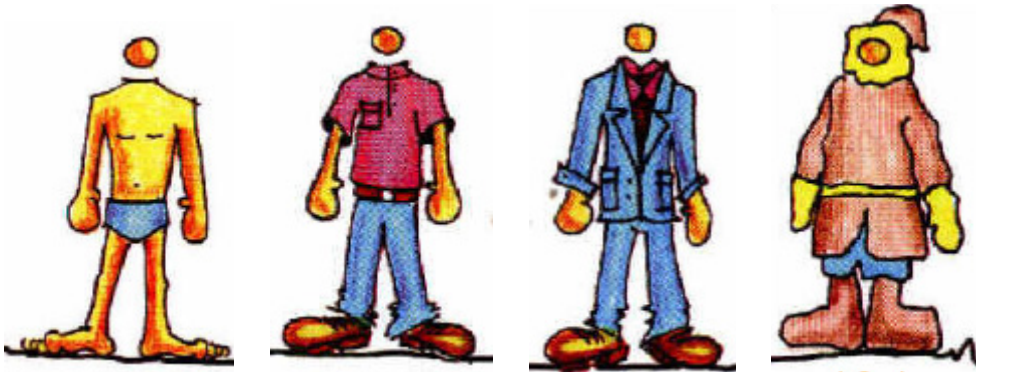
Tabela 2 - Resistência térmica do vestuário, segundo a norma ISSO 7730

Índice de Resistência Térmica do Vestuário, segundo ISSO 7730 *(Ergonomics of the thermal environmental)*

Peças de vestuário	Índice de Resistência Térmica - Icl (clo)
Collants	0,10
Meia Fina	0,03
Meia Grossa	0,05
Cuecas femininas e sutiã	0,03
Cuecas	0,03
Boxers	0,10
Camisola Interior	0,09
Camisa	0,12
Camisa de manga curta	0,15
Camisa fina de manga comprida	0,20
Camisa manga comprida	0,25
Camisa flanela de manga comprida	0,30
Blusa com mangas compridas	0,15
Saia Grossa	0,25
Vestido Leve	0,15
Vestido grosso de manga comprida	0,40
Jaqueta	0,35
Calça Fina	0,20
Calça Média	0,25
Calça de flanela	0,28
Sapatos	0,04

Fonte: LAMBERTS et. all. (2005, p.8)

Resistência Térmica de algumas peças de vestuário



0,05 clo	0,5 clo	1,0 clo	4,0 clo

Fonte: Adaptado de Lamberts, Roberto et. al. (1997)

Figura 9 – Resistência térmica de algumas peças de vestuário

Variáveis ambientais

O estudo de conforto térmico envolve o conhecimento de elementos do clima onde se insere, podendo ser monitorizados em contextos *outdoor* e *indoor*.

O *quadro 3* sintetiza alguns dos mais importantes elementos climáticos que mais frequentemente são utilizados nos estudos de conforto térmico.

Quadro 3 – Elementos climáticos importantes para o estudo do conforto térmico

ELEMENTOS CLIMÁTICOS A INCORPORAR NO ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO		
Temperatura	**Exterior**	**Interior**
- média das temperaturas máximas diárias (º C)	√	
- média das temperaturas mínimas diárias (º C)	√	
- média das temperaturas diárias (º C)		√
Humidade		
- humidade absoluta (g/m3)	√	
- humidade específica (g/kg)	√	
- humidade relativa (%)	√	√
Pressão Atmosférica		
- média da pressão atmosférica mensal (Hgmm)	√	
Vento		
- direcção predominante do vento	√	
- direcção predominante da intensidade máxima do vento	√	
- velocidade média do ar (m/s)	√	√
Precipitação		
- total da precipitação mensal (mm)	√	

Fonte: Adaptado e modificado de OLIVEIRA et. all. (1995, p.33)

O estudo de cada elemento climático pressupõe o conhecimento da escala em que este pretende ser analisado. O estudo de um contexto climatológico à escala regional, de climatologia urbana ou de contexto climático interior exigem a avaliação de diferentes parâmetros influentes. De modo, que se torna importante adequar os factores influentes num determinado elemento climático à escala que se pretende ver analisada.

Temperatura

CUADRAT (2000) apresenta enquanto factores reguladores da temperatura à superfície terrestre: a latitude, a transparência atmosférica, a natureza da superfície, a circulação atmosférica e oceânica, a altura sobre o nível do mar e a topografia. A *latitude* determina a temperatura incidente ao longo do ano; *a transparência atmosférica* depende da nebulosidade e do vapor de água responsáveis pelas diferenças de perdas de energia por absorção ou radiação difusa e pelas retenções de radiação infravermelha emitida pela terra; a *natureza da superfície* que condiciona a temperatura em virtude de diferentes perdas por reflexão e irradiação; a *circulação atmosférica e oceânica* que podem aquecer ou arrefecer um determinado contexto geográfico dependentemente da temperatura das suas massas de ar e de água; a *altura sobre o nível do mar* que contribui para atenuar os valores da temperatura à medida que aumenta; e a topografia que exerce influência sobre a radiação solar que incide num lugar, especialmente, em cadeias montanhosas, destaque para as diferenças verificadas entre as vertentes mais frias e húmidas de barlavento e as vertentes mais quentes e secas de sotavento.

Humidade

i) *Humidade absoluta* – pode ser definida como a massa de água total por unidade de volume de ar, sendo expressa em gramas por metro cúbico. Por outras palavras, a humidade absoluta expressa o peso do vapor de água, por unidade de volume de ar (g/m3). A capacidade do ar para conter vapor de água aumenta com a temperatura (ROMERO, 1988, pág.38), isto significa que quanto mais quente o ar se encontrar, maior será a sua capacidade em conter vapor de água.

ii) *Humidade específica* – diz respeito ao peso do vapor de água (desta vez não por unidade de volume de ar) por unidade de peso de ar (g/kg), ou se quisermos, significa a massa de vapor contido num kilograma de ar húmido. Outra expressão análoga à anterior, diz respeito ao peso do vapor de água contido num kilograma de ar seco.

vi) *Humidade Relativa* – Indica a quantidade de vapor de água contida num determinado volume de ar, expressa em percentagens, e a capacidade de vapor de água que ele poderia conter à mesma temperatura. Humidade relativa e temperatura variam em função inversa, uma vez que à medida que a temperatura ascende, diminui a humidade relativa.

Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica pode definir-se como o peso que uma coluna de ar exerce sobre a superfície terrestre, segundo CUADRAT (2000, p.194). Com a altura, o seu peso diminui, ainda que este processo não seja linear. Nas baixas camadas da atmosfera, a sua massa é influenciada pela força de gravidade, sendo atraída até à superfície terrestre, ao mesmo tempo que se encontra comprimida devido ao peso das camadas superiores. Estes dois factores são responsáveis pelo facto da maior parte da massa atmosférica encontrar-se nas camadas inferiores, sendo, por isso, a densidade bastante mais elevada, decrescendo à medida que ascende. Contudo, a partir de certa altitude, à medida que a massa de ar ascende, embora perca pressão, a sua variação já não é tão abrupta.

Para além da força de gravidade e da compressão exercida pelas camadas superiores da atmosfera sobre as inferiores, existe uma terceira variável que determina as variações de pressão atmosférica: a temperatura do ar. Numa situação em que o ar é mais frio, o decréscimo de pressão resultante da ascensão da massa de ar, é mais rápido do que aquele que ocorre quando o ar se encontra mais quente. Este comportamento permite compreender o motivo pelo qual na elevada atmosfera o ar mais quente é gerador de pressões mais elevadas do que o ar frio.

A questão reside na existência do segundo tipo de mecanismos, os dinâmicos que tornam o *sistema climático* mais complexo, uma vez que também contribuem para a variação da pressão atmosférica.

A atmosfera, enquanto *sistema aberto*, em permanente troca de energia com o exterior, não consegue estabelecer um equilíbrio estático, ao invés, assume-se em permanente dinâmica. Assim sendo, o campo de pressões resultará também das trocas de calor realizadas, implicando que a variação em altitude dependerá também da temperatura de uma massa de ar, resultando em quatro cenários possíveis: anticiclones quentes, anticiclones frios, ciclones quentes e ciclones frios.

Em síntese, quer os mecanismos térmicos, quer os dinâmicos são responsáveis pelas diferenças observadas nas variações de pressão atmosférica, no plano horizontal, não podendo, contudo, ser dissociadas do comportamento deste elemento climático perante as variações em altitude.

Vento

O vento pode definir-se, antes de mais, como um movimento horizontal do ar. Embora muitas das vezes nos esqueçamos, a terra ao realizar o seu constante movimento de rotação da terra, é acompanhada pela atmosfera no mesmo movimento. Contudo, só tomamos consciência da presença deste movimento do ar, ou seja, do vento, quando ele assume uma velocidade

maior ou menor relativamente à velocidade de rotação da terra. No momento em que a velocidade do movimento horizontal, no sentido W-E, semelhante à rotação da própria terra, é menor ao movimento de rotação da terra em torno do seu próprio eixo, então estamos perante um vento que é designado por Vento do Leste. Do mesmo modo, quando este movimento da atmosfera é superior ao movimento do planeta, então estamos perante uma nova nomeação, os chamados Ventos de Oeste. No caso destes dois movimentos se igualarem, a percepção que temos é a da apelidada calmaria, entendida como a escassa ou ausência de percepção deste movimento da atmosfera.

O estudo dos ventos exige a compreensão de dois parâmetros, como sejam a direcção e a intensidade. O primeiro é medido a partir do ponto de cardeal do qual o vento sopra, podendo ser expresso através de 32º direcções, sendo os principais pontos cardeais: Norte, Sul, Oeste e Este. O segundo diz respeito à velocidade do vento, podendo ser medida em m/seg. ou km/h, ainda que possamos também encontrar a velocidade do vento expressa em graus Beaufort que representam o impacte dos ventos sobre os objectos.

Precipitação

O estudo da precipitação pressupõe a inclusão das formas de vapor de água que caem ou se formam sob o solo, o conhecimento dos mecanismos da sua formação, os tipos de precipitação (frontal, convergência, convectiva e orográfica) e as suas variedades (chuva, aguaceiros, neve, granizo, geada) para um melhor entendimento da sua distribuição temporal e espacial, da sua frequência e da sua intensidade. A inclusão deste elemento no estudo da (bio)climatologia pode implicar o conhecimento das suas causas, mas mais importante será o conhecimento cíclico do seu comportamento e as respectivas consequências.

Variáveis Subjectivas

Na consideração das variáveis que contribuem para explicar as sensações de conforto térmico do organismo humano deve ser incluída a *componente subjectiva*. Embora não quantificados pelos actuais índices de conforto térmico, nomeadamente, pela equação de equilíbrio térmico de Fanger as variáveis subjectivas não devem ser esquecidas. Em situações de condições objectivas semelhantes, nomeadamente, de vestuário, actividade metabólica, condições térmicas interiores e exteriores a presença desta carga subjectiva inerente a cada indivíduo pode ser o suficiente para explicar as distintas sensações térmicas resultantes.

NIKOLOPOULOU & all. (2003) no seu estudo de adaptação psicológica como definidor de linhas estratégicas para a concepção de espaços urbanos apresenta alguns parâmetros que contribuem para um aprofundamento do conhecimento do conforto térmico, nomeadamente, dependentes da componente psicológica (*fig. 10*).

Expectativas

A componente subjectiva do conforto térmico inerente a cada indivíduo depende das *expectativas* que cada um deposita em relação às condições ambientais. NIKOLOPULOU & all. (2003, p.97) definiu expectativas como *"o que o ambiente deveria ser mais do que ele é na realidade"*.

As *expectativas* podem variar atendendo ao tipo de clima à *época do ano* daí aquelas frases tão comuns que diariamente são comum escutar-se pelo senso comum, como sendo "este Inverno tem sido muito frio", "está muito quente para esta altura do ano", "o tempo está óptimo nesta época do ano".

As expectativas podem variar também atendendo às *características do ambiente*, por exemplo, as pessoas conseguem possuir uma margem de tolerância superior em relação às variações de temperatura registadas em ambientes interiores ventilados naturalmente do que face a espaços ventilados através de ar condicionado, onde à partida a temperatura deverá ser estável.

Os *aspectos psicológicos* do conforto térmico desempenham, portanto, um papel muito importante na definição da sensação de conforto. No entanto, na consideração das expectativas de conforto térmico é, necessário ter-se presente as diferenças entre expectativas em relação a ambientes interiores e exteriores, segundo HOPPE (2002). Observemos as distintas situações que podem contribuir para influenciar de modo subjectivo a sensação de conforto entre indivíduos atendendo ao tipo de ambiente – *indoor* e *outdoor*.

HOPPE (2002) cita um estudo onde o autor experimentou colocar alguns indivíduos em dois quartos distintos, ambos com os mesmos parâmetros térmicos, sem qualquer tipo de modificação. Contudo, num dos quartos colocou alguns painéis de madeira e tapetes, tentando criar um ambiente reconfortante, no outro nada colocou. Os resultados revelaram que os ocupantes do quarto adornado sentiram-se mais aquecidos, ao contrário do que sucedeu com os ocupantes do outro quarto. Assim, o tipo de ambiente interior pode dar a ideia que o ambiente se encontra mais ou menos quente, um pouco distante da realidade.

Para além das expectativas que cada pessoa deposita enquanto produto das suas experiências, existirão preferências térmicas atendendo às necessidades térmicas mais marcantes de curto prazo ou aquelas que terão ficado mais marcadas. Um estudo realizado no âmbito da climatologia urbana, baseado em entrevistas a 250 transeuntes de uma avenida canyon solarenga e de um parque relavado, num dia bastante quente de verão. Com base na avaliação proposta por Fanger, em quase todas as entrevistas, os valores de PMV terão sido superiores a 3, o que significa resultados indicativos de um conforto térmico muito elevado. Quando questionados pelo facto de se estarem a sentir bastante confortáveis durante o seu passeio, os entrevistados responderam que se deveria ao facto de nos dias anteriores o tempo ter sido fresco e nebuloso e, por outro lado, aquele momento constituía para eles um momento lúdico, de disponibilidade e, por isso, de descontracção. Estas respostas ajudam a reforçar a ideia das necessidades térmicas sentidas a curto prazo, por um lado e, por outro lado, da componente subjectiva enquanto resultado da disposição psicológica do momento em que as pessoas foram entrevistadas.

Experiência

Outro dos factores que podem influenciar as expectativas pode ser a *experiência prévia*, podendo esta ser dividida na experiência anterior de curto prazo e a experiência de longo prazo. A primeira relaciona-se com a memória e parece ser a responsável pelas mudanças nas expectativas das pessoas de um dia para o outro. A segunda depende do esquema mental das pessoas, ou seja, da construção mental sob um determinado ambiente, determinando esta a escolha de acção sob diferentes circunstâncias. Independentemente, do tipo de acções, estas são realizadas de modo a estabelecer níveis de adaptação em função de exposições passadas.

Neste sentido, NIKOLOPOULOU et. all. (2003, p.97) afirmam *que "diferentes pessoas percebem o ambiente de modos distintos, e as respostas humanas aos estímulos físicos não dependem directamente da sua magnitude, mas antes da informação que as pessoas possuem em particular de uma situação.*

Necessidades Naturais

Uma necessidade reconhecida pelas pessoas é a de ambientes naturais, livres de artificialismos. Nesse sentido, parece ser evidente uma tolerância significativa às mudanças do ambiente físico desde que estas ocorram naturalmente.

Tempo de Exposição

O tempo de exposição a ambientes térmicos não neutros pode fazer variar o nível de desconforto. Por exemplo, se uma pessoa sair de um carro aquecido para entrar num edifício durante o Inverno, num clima de Invernos frios, não sentirá um elevado nível de desconforto. Em contrapartida, a exposição num ambiente exterior, sendo este um espaço, sobretudo, destinado a actividades lúdicas pode tornar-se num factor crítico. Não restam dúvidas que a percepção térmica do ambiente influencia o número de horas ou minutos que as pessoas estão dispostas a passar numa determinada área.

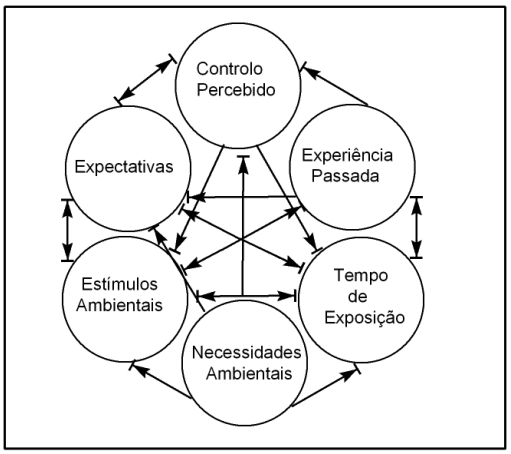
Controlo Percebido

A tolerância ao tempo de exposição parece aumentar ou diminuir, em função do motivo pelo qual uma determinada pessoa se encontra num espaço exterior. Alguns estudos realizados apontados por NIKOLOPOULOU & all. (2003) revelam que quando as pessoas se encontram perante um determinado espaço exterior por opção a sua margem de tolerância é significativamente grande. As pessoas entrevistadas, nos referidos estudos, que se encontravam à espera de alguém revelavam-se em grande número insatisfeitas perante as condições do ambiente. Por outras palavras, o autor apresenta a ideia que um elevado nível de controlo perante as fontes de desconforto térmico tolera largas variações e, simultaneamente, as respostas emocionais negativos são fortemente reduzidas.

Estímulos Ambientais

A necessidade de variabilidade e estímulo ambiental parecem constituir outros aspectos fundamentais para as pessoas que frequentam os espaços exteriores. Na realidade, por vezes, elas sentem simplesmente a necessidade de se sentirem quentes durante o Inverno e optam por apanhar sol, em climas mais frios. Assim, para estas pessoas o voto de sensação térmico não é neutral (0) segundo Fanger, mas quase sempre de 1, ou seja, de sensação ligeiramente quente. Estas necessidades parecem tanto ou mais evidentes em pessoas que passam a maioria do tempo no interior de edifícios, alegando que o ambiente térmico do interior é monótono.

Outro tipo de necessidade ambiental é a de sol ou de sombra, ou seja, de aquecimento ou de arrefecimento, dependerá das condições térmicas em que o organismo humano se encontrava um tempo antes de tomar a sua opção.



Fonte: NIKOLOPOULOU & all. (2003, p.99)

Figura 10 – Diferentes parâmetros de adaptação psicológica

3.3.2 Balanço Termo-Fisiológico

O equilíbrio térmico do corpo é conseguido quando a quantidade de calor produzido no corpo é igual à quantidade de calor transferida pelo corpo para o ambiente, através da pele e da respiração. FANGER propõe a seguinte equação matemática para expressar o balanço termo-fisiológico:

$$S = (M-W) - (H + E_c + C_{res} + E_{res})$$

S – Acumulação de calor no corpo;

H – Perdas de calor por convecção e radiação entre a superfície do corpo vestido e o ambiente;

Ec – Calor perdido por difusão do vapor através da pele e por evaporação do suor à superfície da pele;

Eres – Calor latente perdido pela respiração;

Cres – calor sensível perdido pela respiração;

M – Metabolismo;

W- Trabalho exterior.

Assim, a neutralidade térmica pode ser controlada através de aspectos fisiológicos passíveis de serem quantificados, através da equação de conforto. Quando S=0 significa que o corpo encontrou uma situação de neutralidade térmica, quando S> 0 o corpo aqueceu relativamente à temperatura de equilíbrio e quando S <O o corpo arrefeceu relativamente à temperatura de equilíbrio. Cada parcela da equação exige os seguintes cálculos:

Perdas por Convecção e Radiação:

$$H = 3{,}96\times10^{-8} f_{cl}\left[(t_{cl}+273)^4 - (\overline{t_r}+273)^4\right] + f_{cl}h_c(t_{cl}-t_a)$$

Calor perdido por transpiração:

$$E_c = 3{,}05\times10^{-3}\left[5733 - 6{,}99(M-W) - p_a\right] + 0{,}42(M-W-58{,}15)$$

Calor latente perdido pela respiração:

$$E_{res} = 1{,}72\times10^{-5}\, M(5867 - p_a)$$

Calor sensível perdido pela respiração:

$$C_{res} = 0{,}0014\, M(34 - t_a)$$

LISTA DOS PARÂMETROS

tcl = temperatura superficial da roupa (°C);

$$t_{cl} = t_{sk} - I_{cl}\left\{3{,}96\times10^{-8} f_{cl}\left[(t_{cl}+273)^4 - (t_r+273)^4\right] + f_{cl}h_c(t_{cl}-t_a)\right\}$$

hc = coef. de transmissão térmica superficial por convecção (W/m2 ° C)

$$\text{maior valor de: } 12{,}1\sqrt{v_a} \quad \text{ou} \quad 2{,}38(t_{cl}-t_a)^{0{,}25}$$

fcl= razão entre as áreas do corpo vestido e nú:

$$f_{cl} = 1{,}00 + 1{,}290\, I_{cl} \text{ para } I_{cl} \le 0{,}078 \text{ (m}^2\text{ °C/W); ou}$$
$$f_{cl} = 1{,}05 + 0{,}645\, I_{cl} \text{ para } I_{cl} > 0{,}078 \text{ (m}^2\text{ °C/W)}$$

tsk= temperatura da superfície da pele ;

$$t_{sk} = 35{,}7 - 0{,}028(M-W)$$

Icl= resistência térmica da roupa (m2° C/W);

ta= temperatura do ar (°C);

tr= temperatura média radiante (°C);

va= velocidade do ar (m/s);

pa= pressão de vapor (Pa).

Assim, Fanger elabora uma equação com base em 7 parâmetros: a temperatura do termómetro seco, humidade relativa, temperatura radiante média, velocidade do ar, taxa metabólica por actividade, resistência térmica do vestuário e eficiência mecânica.

Os diagramas de conforto resultantes da equação de Fanger representam as possíveis combinações que permitem a criação de situações de conforto térmico. Outras possíveis combinações fora do intervalo de conforto definido foram hierarquizadas

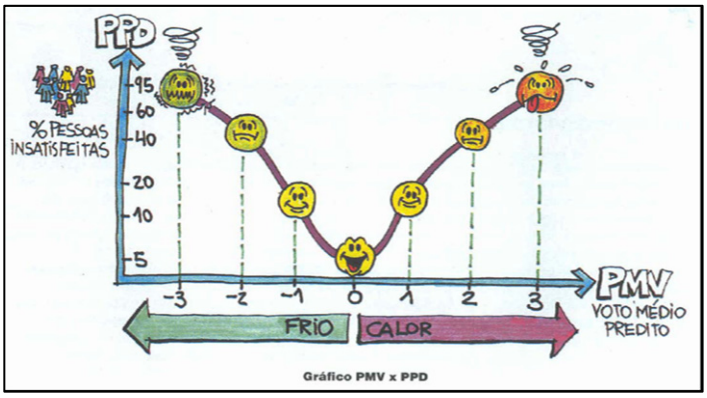
atendendo ao grau de desconforto sentido pelas pessoas. Deste modo, o autor definiu um critério para avaliar a escala de sensação térmica (*fig. 11*), podendo variar:

Fonte: LAMBERTS et. all. (2005, p.13)

Figura 11 – Escala de sensação térmica proposta por Fanger

Zero (neutralidade térmica) corresponde ao intervalo definido de conforto térmico, onde de um lado apresentam-se as sensações de frio e do outro as de calor, designado VME (Voto Médio Estimado)[9]. Por outras palavras, o PMV consiste num valor numérico que representa as respostas subjectivas de sensação de desconforto por frio e calor.

Contudo, uma vez que é impossível obter combinações num determinado ambiente que agrade a todos, foi necessário estabelecer uma correspondência entre a escala sensorial e o número de pessoas que se localizava em cada intervalo, ou seja, foi necessário implementar o conceito de percentagem de pessoas insatisfeitas – PPI[10] (*fig. 12*).



Fonte: LAMBERTS et. all. (2005, p.15)

Figura 12 - % de pessoas insatisfeitas, do ponto de vista térmico, através da aplicação da equação de Fanger

3.3.3 Índices de Conforto Térmico

FROTA (1979) definiu e classificou alguns índices em três categorias distintas: *índices biofísicos*, *índices fisiológicos* e *índices subjectivos (quadro 4)*, a mesma classificação que optamos na organização da apresentação dos índices. Contudo, a classificação de índices não constitui uma questão unânime.

[9] Na terminologia inglesa o VME é designado por *Predicted Mean Vote (PMV)*
[10] Na terminologia inglesa o PPI é designando por PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied*

Quadro 4 – Classificação de Índices de conforto térmico, segundo FROTA

CLASSIFICAÇÃO DE ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO	
Biofísicos	Baseados ns trocas de calor entre o corpo e o ambiente Exs: WBGT, HEAT STRESS INDEX, CARTA BIOCLIMÁTICA GIVONI
Fisiológicos	Baseados nas reacções fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura média radiante, humidade e velocidade do ar Exs: INDEX OF THERMAL STRESS, P4SR, FANGER
Subjectivos	Baseados nas sensações subjectivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto variam. Exs:TEMP. EFECTIVA, TEMP. EQUIVALENTE, TEMP. RESULTANTE, ÍND.CONF. EQUATORIAL

VILLAS BOAS (1983) apenas os distingue em duas categorias: os meteorológicos *"(…) expressos em termos de elementos de clima, neste caso todas as variáveis do modelo se referem às características dos elementos de clima e tempo (…)"* (BOGO, 1994,p.11) e os Fisiológicos *"(…) entrando no modelo as respostas fisiológicas (…)"* (BOGO, 1994, p.11).

SCARAZZATTO (1988) alarga a sua classificação, dividindo os índices térmicos em três categorias: os *fisiológicos*, os *subjectivos* e os *psico-fisiológicos*. Os primeiros expressam sintomas físicos resultantes do esforço desenvolvido por um indivíduo em determinadas condições de trabalho; os segundos estimam as condições que perante uma combinação de elementos climáticos o organismo humano sentirá uma sensação de conforto térmico; os terceiros são também subjectivos uma vez que também incorporam sensações térmicas individuais mas não ignoram os sinais fisiológicos passíveis de serem mensuráveis.

Os *quadros seguintes* (5,6,7) apresentam alguns índices térmicos, classificados segundo FROTA (1979), sintetizando, sempre que possível, a origem, o autor, a fórmula de cálculo e respectivos *inputs*, bem como algumas possíveis aplicações de utilização. O *quadro 8* sintetiza outrois índices térmicos, todavia, não classificados por FROTA.

Quadro 5 – Índices Térmicos Biofísicos

ÍNDICES BIOFÍSICOS

HSI - Heat Stress Index

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
EUA	BELDING et HATCH (1955) (Universidade de Pittsburgh)	*HSI= (Ereq/Emax)*100* E req = M-R-C EReq= fluxo de calor requerido, m-2 Emax = k3*0,6 (56-pa) wm^{-2} Emax= fluxo de calor máximo, m-2 *onde,* E= evaporação R= radiação R= k1*(35.ta) wm^{-2} C= convecção C= k2*v0,6 (35-ta) wm^{-2} *k1= 4,4 (c/ roupa) e K1=7,3 (sem roupa); K2=4, 6 (c/ roupa) e K2=7,6 (sem roupa); K3=7,0 (c/ roupa) e k3= 11,7 (sem roupa).*	Stress é determinado pela equação Ereq/Emax, sendo Emax a capacidade evaporativa do ar. Um resultado de 0%significa a identificação de uma zona de bem-estar térmico e de 100% representa o limte superior para o equilíbrio térmico. Acima de 100% o corpo aumenta a sua temperatura. Este índice é tido, assim, como a relação existente entre o calor total que o corpo necessita de perder através da evaporação para manter o equilíbrio térmico e a capacidade máxima de evaporação do ar. Este índice considera elementos climáticos (temperatura do ar e média radiante, velocidade do ar e pressão atmosférica) e nível metabólico do indivíduo. HSI pode ser utilizado enquanto sistema de alerta dos sistemas meteorológicos, bem como incluído nos estudos de impacte de calor na saúde humana, na procura de água e de electricidade.

■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina
■ http://www.fau.usp.br/disciplinas/paginas/arquivos/aut_5815_indice_conforto.pdf
■ KALKSTEIN & WATTS (2004), "The development of a warm-weather relative Stress Index for Environmental Applications" in «Journal of Apllied Meteorology», vol.43, pp.503-513

WBGT - Índice de Termómetro seco e de globo

Origem	Autor/Data	Objectivo	Observações
n/d	YAGLOU et MINARD (1957)	WBGT= 0,7 Tw + 0,2 Tb + 0,1 Td *onde* , Td= Temperatura do termómetro seco Tw= Temperatura do termómetro húmido Tb = temperatura do globo*	Este índice foi criado para controlar as perdas de soldados devido ao calor no centro de Treinamento Militar dos EUA. Inclui os efeitos da radiação solar e da terra, temperatura do ar, humidade e velocidade do vento. É útil para determinar índices de conforto aplicados ao estudo de cidades, assim como indicado para utilização industrial para avaliar um posto de trabalho do ponto de vista térmico, tendo sido adoptado pela *American Conference of Governamental Industrial Hygienists.*

■ http://in3.dem.ist.utl.pt/laboratories/pdf/EMEE_1.pdf#search=%22%c3%ADndice%aqrmica%20hill%201972%22
■BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina
■ GÓMEZ, F. et all. (2001), "Green zones, bioclimatics studies and human comfort in the future development of urban planning" in «Landscape and Urban Planning», nº55, pp.151-161
■ TALAIA, M. (2004), "O conforto humano e as alterações ambientais - um estudo de caso em ambiente quente", XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Espanõla, Universidade de Extremadura, Badajoz

Índice Tensão Fisiológica Relativa

	Autor/Data	Fórmula	Observações
n/d	n/d	ITFR = (10,7 + 0,74 (ta-35))/ (44-P_{h2o}) *onde,* Ta= temperatura do termómetro seco º (C); P_{h20} = pressão de vapor de água (mmHg);	Este índice expressa a razão entre a evaporação de suor necessário para o conforto e a evaporação possível de ser realizada devido às condições do ambiente.

■ CAMARGO, J.; FARIA, M. (2002), "Impacto do aquecimento global em sistemas de condicionamento de ar" in «Revista de Ciências Exatas», Taubate, V, 5-8, pp.107-207

Quadro 6 – Índices Térmicos Fisiológicos

ÍNDICE DE FANGER ou ÍNDICE PMV

		Fórmula/ Observações
Dinamarca	Fanger (1970)	*Modelo Termofisiológico* iniciando com uma equação de conforto para derivar num índice que torna possível predizer a sensão térmica experimentada por um grupo de pessoas para qualquer combinação de nível de actividade, valores de clo (vestuário) e para quatro parâmetros ambientais - temperatura do ar º (C), Temperatura Média Radiante º (C), velocidade do ar relativa (m/s), humidade relativa (mmHg), temperatura radiante média do ambiente º(C). $PMV = (0{,}303e^{-0{,}036M} + 0{,}028)\{(M-W) - 3{,}05\times10^{-3}\times[5733 - 6{,}99(M-W) - \rho_a] - 0{,}42\times[(M-W) - 58{,}15]$ $-1{,}7\times10^{-5}M(5867-\rho_a) - 0{,}0014M(34-t_a) - 3{,}96\times10^{-8}f_{cl}\times[(t_{cl}+273)^4 - (\overline{t_r}+273)^4] - f_{ci}h_{ci}(t_{ci}-t_a)\}$ *Onde,* *PMV*= Voto médio previsto; M= Taxa metabólica em W/m$^{2;}$ T_a= Temperatura do ar em º C; T_r= Temperatura radiante média em º C; V_{ar}= Velocidade do ar em m/s; P_a= Pressão de vapor de água em Pa; Hc= Coeficiente de valor convectivo em W/m^2.ºC; T_{cl}= Temperatura da superfície do vestuário em W/m^2.ºC Este método, adoptado pela norma ISO 7730 (1994), tem como objectivo determinar o grau de conforto térmico de um determinado ambiente, podendo variar entre sensações térmicas de: muito frio, frio, leve sensação de frio, confortável, leve sensação de calor, quente e muito quente. Este método permite ainda calcular o PPD que estabelece uma previsão do número de pessoas insatisfeitas perante um determinado ambiente térmico, calculado através da seguinte fórmula: PPD = 100 - 95* e $^{-(0{,}03353PMV4 + 0{,}2179PMV2).}$ *Todavia, este métodoapresenta algumas restrições, desigandamente, o facto do valor da PMV dever situar-se entre: -2 e 2; a temperatura do ar entre10 e 30 º C e a velocidade do ar entre 0 e 1 m/s.*

■ http://www.fau.usp.br/disciplinas/paginas/arquivos/aut_5815_indice_conforto.pdf
■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina
■ NOGUEIRA et all. (2005), "Conforto térmico na escola pública em Cuiabá_MT: estudo de caso" in «Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental», vol.14, pp.37-49
■ TALAIA, M. (2004), "O conforto humano e as alterações ambientais - um estudo de caso em ambiente quente", XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Espanõla, Universidade de Extremadura, Badajoz

ITS - Index Thermal Stress

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
Israel	GIVONI (1976)	S= [(M-W) +/- C+/- R] + (1/f) *Legenda:* S = calor perdido por evaporação de suor (w) F= eficiência de arrefecimento evaporativo C= depende da roupa, velocidade do ar e admite TSK= 35º C R= ganho de calor por radiação	O autor considerou a hipótese de que a secrecção de suor é necessária para encontrar o arrefecimento evaporativo para o balanço da produção de calor metabólico e para as trocas térmicas com o ambiente.

■ http://www.fau.usp.br/disciplinas/paginas/arquivos/aut_5815_indice_conforto.pdf
■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina

P4SR - Predict 4 Hour Swat Rate

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
Inglaterra	Centro de Pesquisa da Marinha Real da Inglaterra durante a 2ª G.Mundial, proposto por McArdle et al. (1947)	P4SR= B4SR + 0,25 *onde* , P4SR= estimativa da taxa de suor B4SR= taxa básica de suor em 4 horas, L	Estimativa de taxa de suor por 4 horas.

■ http://www.fau.usp.br/disciplinas/paginas/arquivos/aut_5815_indice_conforto.pdf
■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina

ÍNDICES FISIOLÓGICOS

Quadro 7 –Índices Térmicos Subjetivos

ÍNDICES SUBJECTIVOS

ITE - Temperatura Efectiva

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
Anterior a 1923	HOUGHTON et YAGLOU proposto à ASHVE em 1923, tendo sido aceite.	ITH= (ºF)= 0,4 (td+tw) + 15 *onde* , td= temperatura do termómetro seco tw= temperatura do termómetro molhado	Temperatura do termómetro seco que para uma humidade de 50% faria suar uma pessoa dependendo da intensidade das condições ambientais. Este índice combina num único valor o efeito combinado da temperatura, humidade e movimento do ar, resultando numa sensação de calor ou frio sentida pelo organismo humano. O objectivo deste índice foi o de definir várias combinações térmicas destes elementos que permitissem obter a mesma sensação térmica.

■ GARCIA, F. (1996), "Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación", Editorial Sintesis, Madrid, pp.206
■ UNGER J. (1999), "Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city" in »Int J Biometeorol, 43:139-144
■ TALAIA, M. (2004), "O conforto humano e as alterações ambientais - um estudo de caso em ambiente quente", XXVIII Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Espanõla, Universidade de Extremadura, Badajoz

ITE - Temperatura Efectiva

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
França	MISSENARD (1937)	TE = T_a - 0,4 (T-10)(1-HR/100) *onde,* T_a = temperatura do ar º (C) HR= humidade relativa (%)	Temperatura efectiva equivalente à temperatura do ar, sem vento, que experimentaria um indivíduo à sombra, vestido com roupa de trabalho e se a humidade relativa fosse de 100%. Constitui um índice de sensação térmica.

■ G. HENTSCHEL (1987), "A human biometeorology classification of climate for large and local scales", Proc. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health, Leningrad, 1986, WCPA, nº1, WMO
■ WISSENARD, A. (1937), "L'homme et le climat", Paris, pp.270
■ MARTINEZ et all. (2005), "El concepto de temperatura efectiva aplicado a las tarifas domésticas en el Oriente de México" in «Investigaciones Geográficas», Boletin del Instituto de Geografia, UNAM, ISSN0188-4611, nº58, pp.106-121
■A. MUNOZ-OROZCOV (2004), "Estudio del bioclima humano en dieciséis localidades del estado de Tabasco mediante el Índice de conforto temperatura efectiva", Universidade Autónoma de Tabasco, México, 20(40): 69-80

ITR - Índice de Temperatura Resultante

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
França	MISSENARD (1948)	ITR = 37 - ((37-t)/(0,68-0,0014HR + (1/1,76+1,4 v ^{0,75}))-0,29t (1-0,01HR), *onde* , T= temperatura do ar; HR = humidade relativa; V= velocidade do vento	Inclui os efeitos da humidade e do movimento do ar em indivíduos com ou sem vestuário. Este índice surge na sequência de uma suposição que numa situação de equilíbrio térmico entre corpo humano e ambiente seria possível a obtenção do efeito da humidade e do vento. Este índice inclui a temperatura do termómetro seco, a temperatura do termómetro molhado e a velocidade do vento. A temperatura efectiva corresponde a uma temperatura do termómetro húmido de 20º C, do termómetro seco de 25º C e de uma velocidade do vento de 3 m/s.

■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina

ITEC - Índice de Temperatura Efectiva Corrigida

Origem	Autor/Data	Definição	Observações
n/d	ASHRAE 55 1992, investigado por GAGGE, STOLWIK, NIISHI	Temperatura operativa (média ponderada entre a temperatura do ar e a temperatura radiante de um ambiente fechado) de um ambiente com 50% de humidade relativa responsável pela mesma troca de calor sensível e latente de indivíduo em ambiente real.	Uns tempos mais tarde à formulação original da temperatura efectiva foi incluída a velocidade do vento. Por sua vez, Bedford em 1947 intoduziria a temperatura radiante obtida através do termómetro de globo, dando origem à *Temperatura Efectiva Corrigida.*

■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina

ÍNDICES SUBJECTIVOS (2)

Novo Índice de Temperatura Efectiva

Origem	Fórmula	Observações
n/d	$NET = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014HR + \frac{1}{1.76 + 1.4v^{0.75}}} - 0.29t(1 - 0.01HR)$	Este índice, enquanto uma melhoria no índice Missenard, apresenta uma "sensação térmica", não constituindo, por isso, um heat index que nos indicaria a temperatura que experimenta uma pessoa através do efeito combinado de temperatura, humidade e vento. O valor do índice NET exprime a temperatura à qual teríamos a mesma sensação térmica que com a temperatura actual no caso da humidade ser de 100%. P. ex.: consideremos os seguintes parâmetros: T= 40º C; H.R.= 50%; V.V.=1m/s. O índice NET seria de 34,4ºC, o que significa que com 34,4ºC e 100% humidade a sensação térmica seria a mesma do que com 40ºC, 50% e 1m/s. Actualmente, assume uma importância especial uma vez que permite definir níveis de alerta de saúde pública, nomeadamente, aquando de episódios de ondas de calor.

- http://www.meteogalicia.es/galego/information/prediccion/vagacalor/indiceNET.htm

IWC - Índice de Wind Chill

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
n/d	SIPLE et PASSEL (1945)	W= (√100v + 10,45-v)*(33-t) *onde* , w= arrefecimento do ar expresso em Kcal $m^{-2}*h^{-1}$	Índice que mede o arrefecimento de uma determinada área, a diferentes velocidades do vento e perante diferentes temperaturas do ar, ou seja, relaciona a taxa de perda de energia na forma de calor pelos humanos em condições de vento c/ temperatura de ar equivalente em condições de ausência de vento.

- GARCIA, F. (1996), "Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación", Editorial Sintesis, Madrid, pp.209
- http://bibliociencia.cm-lisboa.pt/biblio2/site-bin/pagina.asp?pag=glossario%20-20%wind chill
- http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3_biometeorologia/-_o_wind_chill_4z6.html

NIWC - Novo Índice de Wind Chill (Temperatura sensação ou temperatura aparente)

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
Canadá e EUA	BLUESTEIN et OSCZEVSKI (2002)	NWCT= 13,12 + 0,6215 * t-11,37 * v10 0,16 + 0,3965 * t * v10 0,16 *para uma* tar≤ 10º C e v 10 ≥4,8km/h, *onde,* T= temperatura do ar º (C) V= velocidade do vento a 10 m de elevação em km/hr	Este índice representa a temperatura do corpo sentida aquando este é exposto ao vento e ao calor. A nova base para o cálculo do Wind Chill resulta da relação da temperatura, volume e pressão de um fluído. O vento reduz a pressão atmosférica e aumenta o efeito refrescante. *Nota:* Esta fórmula só é válida para velocidade do vento superiores a 4,8 km/h

- http://bibliociencia.cm-lisboa.pt/biblio2/site-bin/pagina.asp?pag=glossario%20-20%wind chill
- http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3_biometeorologia/-_o_wind_chill_4z6.html
- htto://www.ametsoc.org/

Quadro 8 – Índices sem classificação oficial

SEM CLASSIFICAÇÃO OFICIAL

Índice de Temperatura-Humidade

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
n/d	THOM (1959)	ITH = T-0,55 (1-UR) (T-14)	O Índice de temperatura-humidade constitui um índice de conforto humano utilizado durante o verão, baseado em condições de temperatura e humidade.

■ http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/cap3-4.html

ITT - Índice Tensão Térmica

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
Israel	GIVONI (1962)	S= (M-W)+/- C+/- R *onde* S= Grau de suor requerido em g/h ou sua equivalência em W M= Metabolismo em W W= Energia metabólica transformada em trabalho mecânico, em w C= Intercâmbio de calor por convecção em w R= Intercâmbio de calor por radiação em w EA= Eficiência de arrefecimento de suor, sem dimensão	Este índice mede a quantidade de suor que uma pessoa pode segregar por unidade de tempo perante determinadas condições ambientais e metabólicas. Inclui os efeitos da tamperatura, velocidade do ar, pressão atmosférica, nível metabólico, vestuário e radiação solar.

■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina

HEAT BALANCE MODELLING (MEMI)

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
n/d	n/d	$H + C - R + E_D + E_{Res} + E_{Rel} + E_{Sw} + F = S$ *onde,* *S*= Balanço térmico *H*= Produção de calor metabólica dependente da actividade; *C*= Fluxo de calor convectivo que representa as trocas de calor entre superfície do corpo e ambiente; *R*= Fluxo de calor por radiação que descreve a quantidade de troca de calor através de radiação entre o corpo e o ambiente; E_D = Transferência de vapor de água através da pele para o ambiente; E_{Res} = Calor de ar respirado E_{Rel} = Vapor de água respirado E_{Sw} = Evaporação do suor *F*= Calor sensível resultante da comida	Quando o resultado da equação é positivo significa que o corpo revela calor, enquanto que se for negativo, o corpo demonstra frio. Somente quando a equação apresenta um valor nulo é que o organismo se encontra num estado de bem-estar, uma vez que a quantidade de calor produzida pelo corpo e os ganhos resultantes do ambiente são os mesmos do que as perdas realizadas para o ambiente. Este modelo é útil no estudo da climatologia urbana, nomeadamente, na avaliação de efeitos térmicos de diferentes estruturas urbanas; no estudo da engenharia térmica no sentido de calcular parâmetros climáticos de conforto; nos estudos de medicina onde o controlo de arrefecimento ou de aquecimento do corpo poderá usado para fins terapêuticos.

■ HOPPE P. (1993), "Heat balance modelling" in «Experientia» 49, pp.741-746

TNE - Temp. Neutra Exterior

Origem	Autor/Data	Fórmula	Observações
Inglaterra	HUMPHREYS (1975)	TNE = 3,6 + 0,31* Tmm+[(100+0,1*R) (1-0,52) $(V^{0,2}$ - 0,88)))/(11,6*$V^{0,3}$)] *onde,* Tmm= Temp.média mensal (ºC) R= radiação directa (w/m2) V= velocidade do ar m/s em céu claro *Outras condições:* Ausência de suor, actividade sedentária, roupas de 0,8 clo, HR entre 35-65%	Temperatura operativa (To)* para a qual o corpo humano encontra-se em neutralidade térmica. *(To)= temperatura uniforme de um ambiente negro imaginário no qual o ocupante poderia trocar a mesma quantidade de calor por conducção e radiação que num ambiente real não uniforme.

■ BOGO et all. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projecto de edificações visando o conforto térmico", relatório técnico - Núcleo de Pesquisa em Construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina ■
http://www.fau.usp.br/disciplinas/paginas/arquivos/aut_5815_indice_conforto.pdf

HILL

	Autor/Data	Fórmula	Observações
Nova York	HILL (1972)	$H= (a+bv^n)*(tc-tw)$ *onde*, H= intensidade de arrefecimento em $mcal/cm^2/s$; a e b= coeficientes empíricos dependentes do processo de difusaõ, transferência de calor e características físicas e químicas do ar; v= velocidade do vento em m/s; n= um coeficiente empírico=0,60; tc= temperatura do corpo; tw= temperatura do termómetro húmido em ºC.	Índice que mede a intensidade do poder de arrefecimento do ar, expresso como a velocidade de perda de calor por unidade de superfície do corpo. O vento e a humidade constituem dois elementos climáticos que, ao actuar sobre e evapotranspiração, alteram o processo térmico.

■ GARCIA, F. (1996), "Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación", Editorial Sintesis, Madrid, pp.209
■ PINHO, O. (1997), "A interacção ser humano - clima de Aveiro: a ilha de calor urbana e o conforto climático e a saúde humana", dissertação de mestrado em Ciências das Zonas Costeiras, Departamento de Física da Universidade de Aveiro, Aveiro, pp.97

Índice Tensão Fisiológica Relativa

	Autor/Data	Fórmula	Observações
n/d	n/d	$ITFR = (10,7 + 0,74 (ta-35))/ (44-P_{h2o})$ *onde,* Ta= temperatura do termómetro seco º (C); P_{h20} = pressão de vapor de água (mmHg);	Este índice expressa a razão entre a evaporação de suor necessário para o conforto e a evaporação possível de ser realizada devido às condições do ambiente.

■ CAMARGO, J.; FARIA, M. (2002), "Impacto do aquecimento global em sistemas de condicionamento de ar" in «Revista de Ciências Exatas», Taubate, V, 5-8, pp.107-207

Índice Termo-climático Universal

Origem	Autor/Data	Observações
Universal	Sociedade Internacional de Biometeorologia, 2002	Este índice, em estudo por vários especialistas internacionais, parece ter grande possibilidade de vir a substituir os vários índices térmicos criados até à actualidade. Este novo modelo integra algumas vantagens: i) utiliza parâmetros meteorológicos (temperatura, velocidade do vento, pressão de vapor de água, ondas curtas, ondas longas e fluxos de radiação) e termofisiológicos (incluindo fluxos de calor latente, sensível e de radiação); ii) apresenta resultados que podem constituir um óptimo em termos de conforto térmico ou em termos de saúde (uma vez que nem sempre coincidem); iii) considera as trocas de calor das extremidades do corpo (mãos e pés); iv) permite servir os estudos de avaliação de conforto térmico exterior, quer para uma exposição longa toma ou curta (a maioria dos índices não se adequa a exposições curtas no exterior); v) toma em consideração mecanimos de troca de calor que podem ser aplicados em todos os climas, em todos as escalas e em qualquer tipo de aplicação biometeorológica (p.ex.: pode ser aplicado em estudos de tempo, epidemiológicos, de avaliação de mudanças climáticas, de planeamento urbano e de turismo); vi) é independente às caracterísitcas do indivíduo; vii) é baseado nos mais avançados modelos de trocas de calor; viii) a unidade de escala é apresentada em º C.

■ JENDRITZKY, G. et all (2001), "Looking for a Universal Thermal Climate Index UTCI for Outdoor Applications" in «Windsor - Conference on a Thermal Standards», Windsor, U.K.
■ HOPPE P. (2002), "Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort" in «Energy and Buildings», 34, pp.661-665

ITA- Índice de Temperatura Aparente

Origem	Autor/Data	Observações
n/d	n/d	Temperatura que o corpo sente através da combinação de calor e vento. Por ex.: perante um contexto de vento de 2m/s e T= -6º C, o índice de calor seria igual a -7ºC.

■ http://www.inmet.gov.br/html/clima.php?ink=/html/clima/sensacao_termica/index.html

SEM CLASSIFICAÇÃO OFICIAL

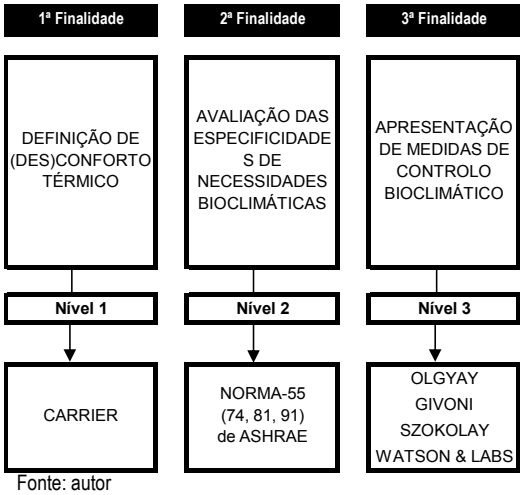
Heat Index (Índice de Calor)		
Origem	Autor/Data	Observações
n/d	n/d	Temperatura que o corpo sente através da combinação de calor e humidade relativa.
■ http://www.crh.noaa.gov/pub/heat.htm ■ http://www.nws.noaa.gov/om/brochures/heatwave.pdf ■ Report on wind chill temperature and extreme heat indices: evaluation ans improvement projects, NOAA, Washington, D.C., 2003 ■ http://www.atmosphere.mpg.de/enid/3_biometeorologia/-_O_wind_chill_4z6.html		
PET (Physiological Equivalent Temperature)		
Origem	Autor/Data	Observações
Alemanha	HOPPE (1999)	Este índice permite obter a temperatura equivalente a um ambiente com as seguintes características: ▪T ar= TRM ▪V ar=0,1 m/s ▪ P ar= 12Kpa (H.R= 50% e Tar=20ºC) ▪ 0,9 clo ▪ Actividade sedentária A ideia deste índice é permitir estabelecer uma temperatura equivalente à temperatura do ar de um ambiente de referência em que ocorreria a mesma resposta fisiológica do organismo. Possui a vantagem de poder ser utilizado em qualquer tipo de clima, ser expresso em º C e, de poder ser utilizado pelos SIG em estudos de planeamento urbano. Este índice combina mapas de vento e mapas de temepratura no sentido de criar diferentes zonas para as quais a compornemnte térmica pode ser calculada.
■ http://www.fau.usp.br/disciplinas/paginas/arquivos/aut_5815_indice_conforto.pdf ■ Svensson, M. et all (2003), "A geographical information system model for creating bioclimatic maps - examples from a high, mid-latitude city" in «Int J Biometeorol, 47: 102-112 ■ MAYER (1993), "Urban bioclimatology" in «Experientia» 49, pp.957-963		

SEM CLASSIFICAÇÃO OFICIAL

n/d – informação não disponível

3.3.4 Diagramas Bioclimáticos

Para além de uma infinidade de índices bioclimáticos elaborados por uma diversidade de autores, ao longo do tempo, é possível ainda compreender a definição de zonas de conforto de uma forma mais expressiva, do ponto de vista visual através do recurso aos diagramas bioclimáticos. No entanto, a maioria dos diagramas que serão apresentados, possuem uma finalidade: avaliar as necessidades térmicas verificadas num determinado clima local, permitindo deduzi-las através da sua localização face à definição da respectiva zona de conforto. No entanto, existem alguns que são capazes de elaborar estratégias de controlo climático sendo, portanto, os mais adequados à prática do planeamento urbano (*fig. 13*).



Fonte: autor

Figura 13 - Níveis de complexidade dos diagramas bioclimáticos

O presente sub-ponto apresentará, num registo de síntese, somente alguns importantes diagramas bioclimáticos considerados ao longo do tempo, dada a diversidade de diagramas já existentes. Após um esforço de selecção, identificaram-se os diagramas bioclimáticos propostos por CARRIER, OLGYAY, GIVONI, NORMA 55 -74 ASHRAE, NORMA 55- 81 ASHRAE, NORMA 55 – 92 ASHRAE, WATSON & LABS e SZOKOLAY, como aqueles mais se notificaram.

Na quase generalidade de diagramas, apresentados seguidamente, encontrar-se-ão as variáveis ambientais, como aquelas que serão responsáveis pela definição de zonas de bem-estar térmico.

Diagrama bioclimático de OLGYAY

- **Autor:** Olgyay
- **Data:** 1963
- **Variáveis Utilizadas:** temperaturas º © mensais médias ou extremas e humidade relativa (%)

Limites de Conforto Térmico

Temperaturas oscilantes entre 23,9 º C e 29,5 º C no verão, 18,3º C e 23,9 º C no Inverno e humidade entre 20/80 (%), no caso de um clima tropical. Temperaturas oscilantes entre 21,1º C e 27,7º C no verão (Clima Temperado), 20º C e 24,4º C, no Inverno e humidade de 30-65 (%). Segundo o autor, com o intuito de adaptar as zonas de conforto a diferentes contextos climáticos contextuais é necessário atender: i) diminuição da temperatura com a altitude, ii) à influência da latitude e iii) à influência dos factores topoclimáticos.

Modo de Construção

Para a construção deste diagrama é sugerido o desenho de curvas fechadas das médias diárias (hora a hora), das condições de temperatura e humidade para cada mês, de um determinado clima.

Leitura e Interpretação

1. Zona de Conforto – este polígono de conforto é proposto atendendo a uma situação em que o indivíduo esteja em situação de repouso e à sombra.

2. Outras linhas de avaliação do diagrama:

a) *radiação* expressa em Kcal/hora – localiza-se na parte exterior e inferior da zona de conforto revelando, assim, uma perda de conforto devido ao frio.

b) *vento* em m/s - representado através de umas linhas crescentes em termos de temperatura e decrescentes com a humidade.

c) *linha de congelação* – situada no limite inferior do diagrama, indicando a temperatura mínima suportável a partir da qual podem começar a desenvolver problemas de congelação de membros.

d) *linha de insolação* – esta linha constitui o limite indicador de possíveis desmaio através da combinação de elevadas temperaturas e humidade.

Vantagem de Utilização

Este diagrama é possível ser utilizado por todo o tipo de climas. Aliás, a partir da localização da zona de conforto no respectivo diagrama é possível identificar o tipo de regiões climáticas e, consequentemente, as respectivas necessidades e exigências em matéria de orientação de edifícios. A partir da localização dos dados climáticos no diagrama é possível reconhecer a orientação preferencial dos edifícios face às suas necessidades. Assim, quando a maioria dos pontos marcados se localizam abaixo do limite de conforto, significa que se trata de um clima frio, revelando necessidades de radiação. As orientações dos edifícios aconselhados são as de SE e S, assim como não devem ignorar as protecções contra os ventos frios predominantes. Quando os pontos se localizam, maioritariamente, na zona de conforto é sinal que o clima estudo é um clima temperado, cujas principais preocupações resultam de meses extremos. Nesse sentido, a orientação SE é a recomendada, permitindo retirar partido dos ventos predominantes, nomeadamente, através de estratégias de arrefecimento nos meses mais quentes. Em situações em que a concentração de pontos é verificada à esquerda e por cima da zona de conforto, poder-se-á interpretar o clima como quente e seco com fortes necessidades de aproveitamento de brisas e de outros aspectos potenciadores de humidade, sendo a orientação preferencial a SE. Uma última situação, pode acontecer quando os pontos climáticos se situam predominantemente à direita e acima da zona de conforto, revelando um clima quente e húmido. Nestas situações são desaconselhadas as orientações a norte e sul, sendo preferenciais aquelas que permitem a rentabilização dos ventos predominantes.

Desvantagem de Utilização

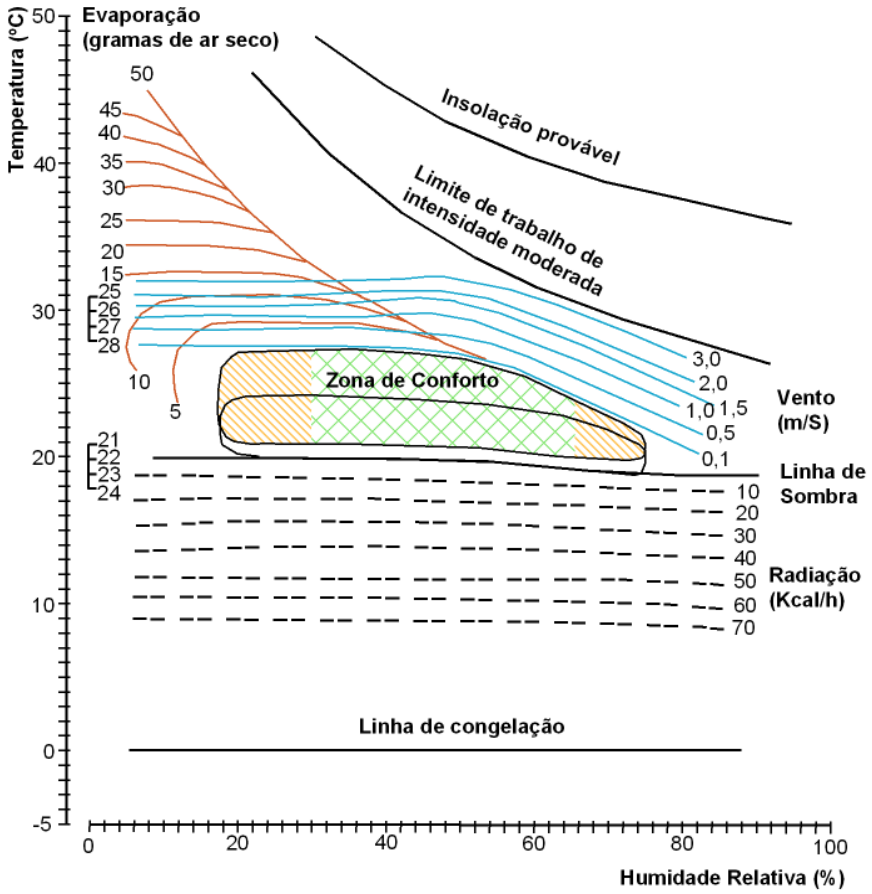
Sendo a carta bioclimática de OLGYAY (*fig. 14*) o resultado de experiências de análise de requisitos fisiológicos realizados em ambientes exteriores, sem incluir o impacte da edificação no contexto climático, não constitui uma proposta de conforto térmico e de estratégias destinadas ao projecto arquitectónico, válida para ambientes interiores.

Além disso, outras críticas são apontadas, nomeadamente:

- A humidade relativa não constitui um dos elementos mais pertinentes na análise de conforto, sendo preterida em relação à humidade específica.

- A necessidade de protecção em relação à radiação solar não pode restringir-se a uma linha de temperatura, uma vez que também deve considerar a inércia térmica da edificação.

- Os limites da zona de conforto não têm utilidade comprovada.



Fonte: OLGYAY (1998, 22)

Figura 14 – Diagrama bioclimático segundo Olgyay

DIAGRAMA BOCLIMÁTICO DE *CARRIER*

- **Autor:** Carrier
- **Data:** s/d
- **Variáveis Utilizadas:** humidade relativa (%) e temperatura do ar (º C)
- **Limites:** definidos no gráfico por Carrier

Modo de Construção

1ª etapa

- Exige a construção de um eixo de abcissas – onde é inscrito o valor da temperatura em º C – e de um eixo de ordenadas – onde se apresenta os valores da humidade relativa (%).

2ª etapa

- Identificação do ponto que une ambas as rectas, para cada mês do ano do clima local considerado.

3ª etapa

- Desenho dos limites de sensações térmicas enquanto resultado de diferentes combinações de temperatura e humidade relativa, já definidos por Carrier – *ver figura 15.*

Leitura e Interpretação

O presente diagrama permite, após a realização das etapas anteriores, conhecer a sensação térmica média que fazer-se-à sentir em cada mês do ano, segundo a combinação dos elementos climáticos referidos.

Climas Aplicáveis

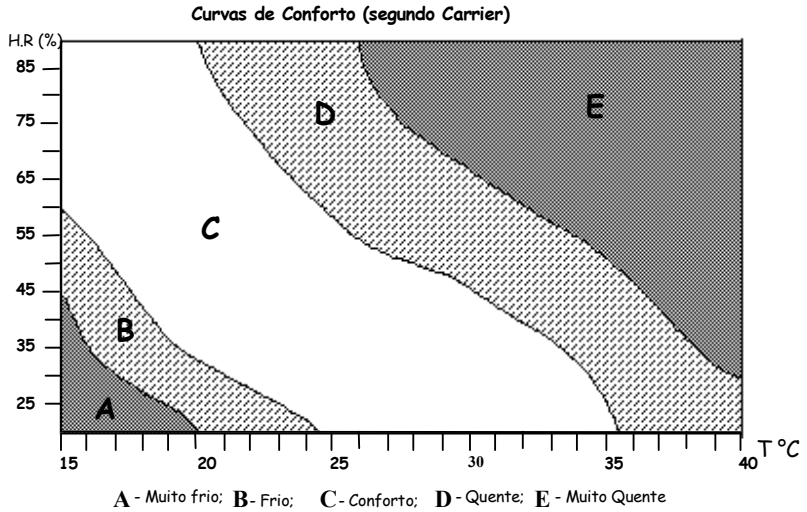
Este diagrama é possível ser aplicado em qualquer contexto climático.

Vantagem de Utilização

Ainda que de um modo bastante simplista, é possível avaliar o clima mensal de um local, através do conhecimento higrotérmico e, respectivas sensações térmicas que delas resultam. É possível ser utilizado em qualquer tipo de clima.

Desvantagem de Utilização

O diagrama de Carrier (*fig. 15*) toma em consideração somente o conforto higrotérmico, ou seja, restringe-se a avaliar a combinação de somente dois elementos climáticos, nomeadamente, datemperatura e da humidade.



Fonte: adaptado de Rodrigues (1978)

Figura 15 – Diagrama de conforto segundo Carrier

DIAGRAMA BOCLIMÁTICO DE *ASHRAE*

■ **Autor:** ASHRAE (Sociedade Americana de Aquecimento, Arrefecimento e Engenharia de Ar Condicionado)

■ **Data:** 1974, 1981 e 1992

■ **Variáveis Utilizadas:** Temperaturas º (C) mensais médias ou extremas, humidade absoluta e velocidade do ar.

Limites de Conforto Térmico

Nas duas primeiras versões – ASHRAE 55-74 (*fig. 16*) e ASHRAE 55-85 (*fig. 17*) – o limite de humidade específica era de 4 e 12 g/kg. A primeira apresentava limites compreendidos entre 22,2 º C e <25,5º C de temperatura efectiva. A segunda, a temperatura poderia oscilar entre 23º e 27º C quando a humidade específica possuía como limite mínimo 4 h/kg e de 20º a 24º C.

O actual diagrama de ASHRAE 55-92 (*fig. 18*) apresenta as seguintes alterações:

- O limite inferior de humidade absoluta passou de 4g/kg para 4,5g/kg.

- O limite superior passou a ser quantificado em humidade relativa cujo valor é de 60%.

- As temperaturas inferiores da zona de conforto passaram a estar compreendidas entre 20º C a 23,5º C TE, no Inverno e entre 23º C a 26º C TE, no Inverno.

- Os limites de conforto não se esgotam na adequação de limites de elementos climáticos, uma vez que consideram outras variáveis como de vestuário, metabolismo e PPD (estas novas variáveis introduzidas resultaram da equação termo-fisiológica)**.** Deste modo, os limites climáticos anteriormente referidos são válidos para as seguintes condições:

  - No verão: 0,5 clo; metabolismo <ou = 1,2 Met; velocidade do ar <ou = 0,15m/s; PPD= 10%

  - No Inverno: 0,9 clo; metabolismo <ou = 1,2 Met; velocidade do ar <ou = 0,15m/s; PPD= 10%

Modo de Construção

Através de uma carta psicométrica são definidos os limites de temperatura e humidade.

Climas Aplicáveis

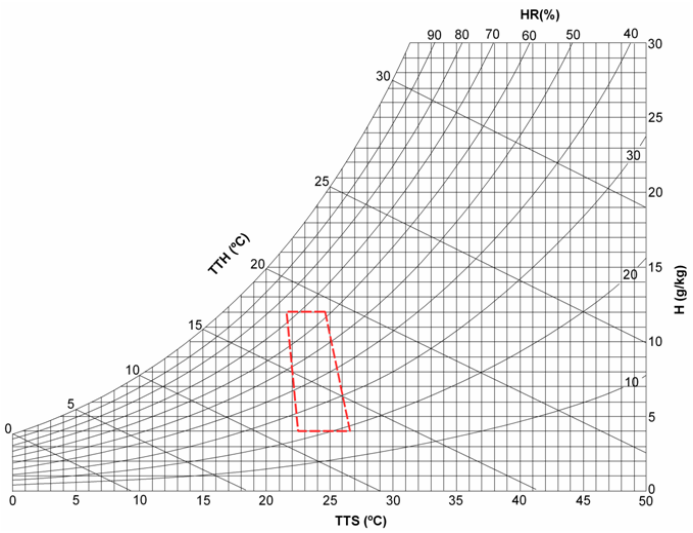
A escala de temperatura efectiva de ASHRAE é aconselhada em climas temperados e pouco viável em climas tropicais, dadas as diferenças de tipo de vestuário e de climatização.

Vantagem de Utilização

É útil para definir a zona de conforto em edifícios de escritórios e residenciais desde que possuam ar condicionado, em climas temperados. Saliente-se que a definição da zona de conforto considerou diferentes variáveis de conforto, para além dos elementos climáticos, destaque para variáveis individuais, como o tipo de vestuário e o metabolismo desenvolvido.

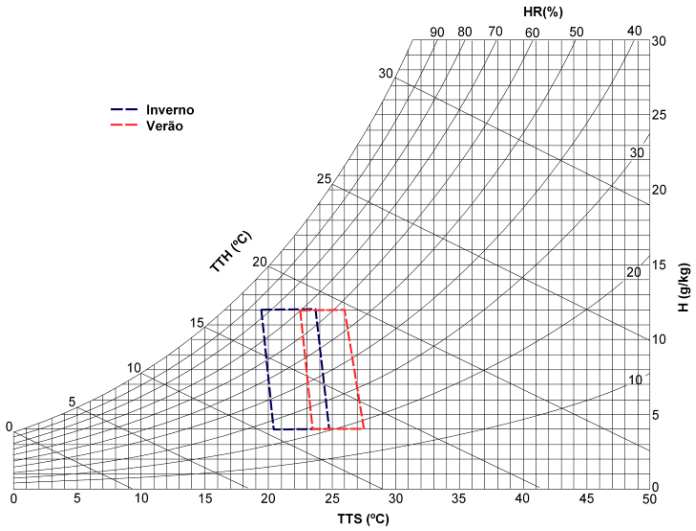
Desvantagem de Utilização

Segundo Givoni a norma de ASHRAE revela algumas limitações quando se trata de edifícios sem ar condicionado. Perante os mesmos níveis de humidade, de acordo com a norma ASHRAE, a alteração da velocidade do ar (sem a inclusão do ar condicionado) pode fazer variar a sensação de conforto. Não deve ser utilizada em climas quentes e tropicais. Nalguns estudos realizados em climas quentes e húmidos verificou-se, segundo a aplicação da norma ASHRAE, uma insatisfação térmica resultante de uma sensação de ar parado.



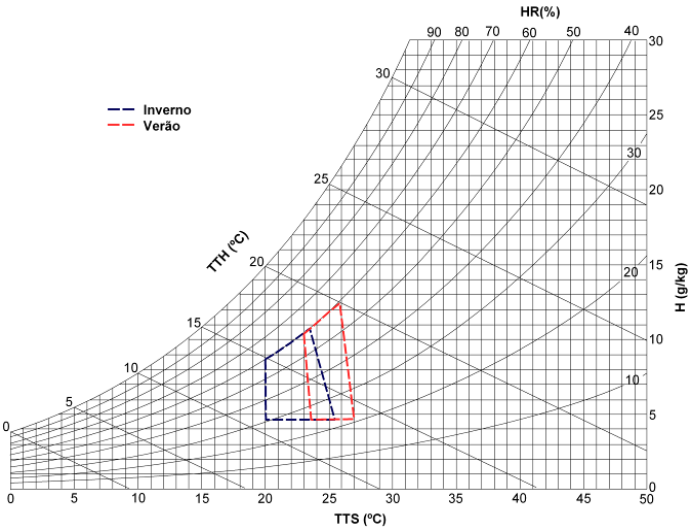
Fonte: Adaptado de BOGO et. all. (1994, p.52)

Figura 16 – Zona de conforto térmico definida por *ASHRAE 55-74*



Fonte: Adaptado de BOGO et. all. (1994, p.53)

Figura 17 – Zona de conforto térmico definida por *ASHRAE 55-81*



Fonte: Adaptado de BOGO et. all. (1994, p.54)

Figura 18 – Zona de conforto térmico definida por *ASHRAE 55-92*

DIAGRAMA BOCLIMÁTICO DE *GIVONI*

- **Autor:** Givoni
- **Data:** 1992
- **Variáveis Utilizadas:** temperaturas º (C) mensais médias ou extremas e humidade relativa (%)

Limites de Conforto Térmico

Temperatura oscilante entre 20/26 º (C) e humidade> 4,0 g/kg-15g/kg no caso de *Países Desenvolvidos (PD)*. Temperatura oscilante entre 25-29º C e humidade de 4g/kg-17g/kg, quando se tratam de climas de *Países em Vias de Desenvolvimento (PVD).*

Modo de Construção

Num diagrama psicométrico representa-se a temperatura seca no eixo das ordenadas e a humidade absoluta do ar no eixo das abcissas. Neste diagrama são ainda representadas as curvas relativas à humidade relativa constante (%) e pressão atmosférica (Hpa).

Leitura e Interpretação

1. Zona de bem-estar – atendendo à delimitação da temperatura do termómetro seco e da humidade relativa.
2. Outras zonas de necessidades bioclimáticas:

Á direita do gráfico as necessidades são de arrefecimento:

a) Massa Térmica do Edifício – esta zona poderá depender dos materiais de construção. As condições de ventilação dependerão do desenho e da orientação do edifício.

b) Arrefecimento de evaporação – a delimitação deste limite dá conta que o edifício perante determinadas condições exteriores poderá necessitar de um investimento no seu arrefecimento através da água, isto porque uma determinada massa de ar quente e seca ao passar por um mosaico de água, vê a sua temperatura reduzida e, simultaneamente, aumentados os seus níveis de humidade, resultando numa sensação de arrefecimento.

À esquerda do gráfico as necessidades são de aquecimento:

a) Aquecimento Passivo – poderá conseguir-se através de um aproveitamento da radiação solar directa durante o dia e da utilização de acumuladores da energia solar durante a noite.

b) Aquecimento Mecânico – através do recurso a sistemas artificiais de aquecimento.

Climas Aplicáveis

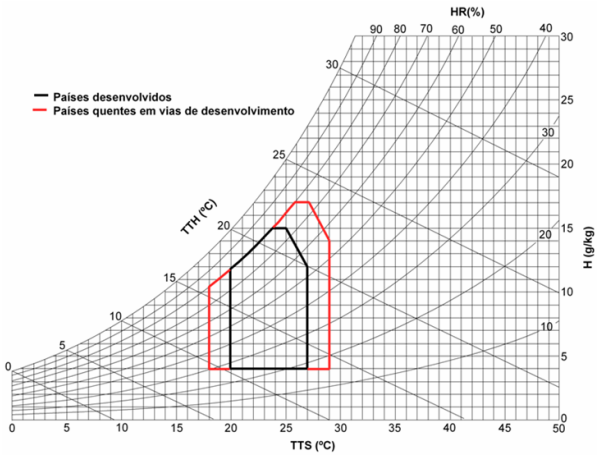
Givoni na sua última versão, em 1992, desenvolveu zonas de conforto distintas atendendo às diferenças de clima encontradas, sobretudo, nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Tal facto veio permitir a aplicabilidade do seu gráfico a uma diversidade de climas (*fig.19*).

Vantagem de Utilização

A localização dos registos dá uma ideia do tipo de clima que se trata. Como Givoni delimitou neste diagrama zonas de conforto que caracterizam os diferentes tipos de climas, torna-se possível elaborar as respectivas estratégias bioclimáticas adequadas. O autor considera ainda na sua zona de conforto ou nos intervalos de necessidades climáticas o efeito do próprio edifício no ambiente interior. Assim, este gráfico tem a particularidade de esboçar estratégias a serem tomadas na edificação atendendo à reacção dos materiais e pormenores de construção perante o ambiente exterior, de modo a permitir a criação de um ambiente interior confortável.

Desvantagem de Utilização

Givoni não apresenta solução no que diz respeito à estratégia a adoptar em situações climáticas localizadas simultaneamente em mais do que uma zona de estratégia delimitada.



Fonte: GIVONI (1998, p.38)

Figura 19 – Zona de conforto térmico definida por Givoni para PD'S e PVD'S

DIAGRAMA BOCLIMÁTICO DE *SZOKOLAY*

- **Autor:** Szokolay
- **Data:** 1987
- **Variáveis utilizadas:** Temperatura média anual, temperatura neutralidade (consultar índice), humidade relativa.

Limites de Conforto Térmico

Estes limites são baseados na temperatura efectiva padrão (TEP), variando dependentemente da Tn (função da temperatura média externa) (*fig. 20*).

Modo de Construção

1. Definição da zona de conforto – baseada na carta psicométrica exige que se realizem as seguintes etapas:

a) Determinação da temperatura média anual (Tma)

b) Determinação da temperatura de neutralidade através da seguinte expressão:

$$Tn = 17,6 + 0,31 * Tm$$

c) Localização da Tn na carta psicométrica, sobre a curva de 50% de humidade relativa

d) Indicação do limite inferior (Tn-2) e superior (Tn+2) na curva de 50% de humidade relativa

e) Cálculo da inclinação das linhas de variação da temperatura, segundo as linhas da TEP, através da seguinte expressão:

0,025*(TTS-14), para cada g/kg

f) Marcação dos limites de humidade absoluta, sendo o limite inferior de 4g/kg e o limite superior de 12g/kg

g) As zonas de controlo potencial são determinadas atendendo à zona de conforto. A zona de aquecimento solar depende da radiação solar e das características do edifício.

Leitura e Interpretação

a) Aquecimento Solar Passivo – através de uma adequada relação entre massa térmica e aberturas.

b) Efeito de massa - A zona de efeito de massa resulta da dimensão da amplitude média do mês mais quente à qual deve ser adicionada a metade desse valor no limite superior da zona de conforto, associado a um nível de 12g/kg de humidade absoluta.

c) Efeito de massa com ventilação nocturna – constitui uma estratégia capaz de ajudar a reduzir a temperatura interna através da dissipação de calor armazenado nas paredes. Este limite é conseguido através de um acréscimo de 0,8 vezes à amplitude média, cujo valor deverá ser acrescentado na temperatura limite superior.

d) Efeito do movimento do ar – este efeito não depende somente dos elementos climáticos considerados mas também do nível de actividade metabólica e de vestuário de cada indivíduo. Este efeito fisiológico pode ser calculado através da seguinte expressão: $dT= 6* v-v^2$, sendo dT= depressão de temperatura e v= velocidade do ar em m/s).

e) Arrefecimento evaporativo directo

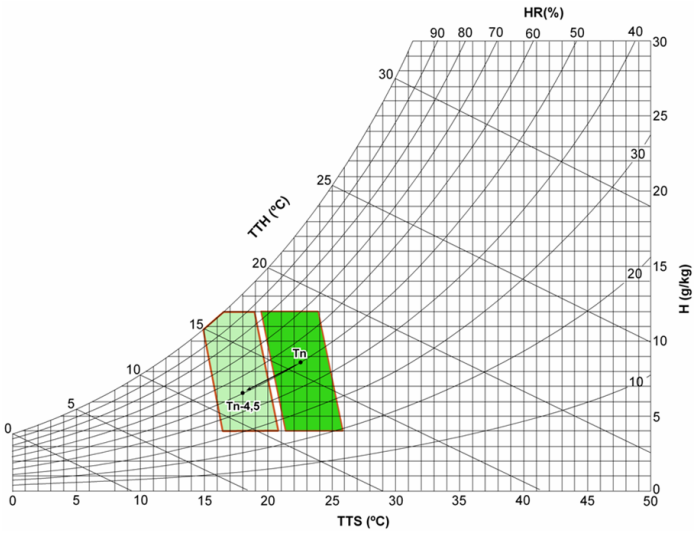
f) Arrefecimento evaporativo indirecto

Vantagem de Utilização

Este diagrama permite a sua aplicação em diferentes climas, uma vez que é definido a partir da temperatura média anual da área em estudo, bem como das condições de actividades metabólicas.

Desvantagem de Utilização

Por vezes, acontece que perante a localização de uma linha representativa do clima na carta psicométrica em mais do que uma zona de estratégia desconhece-se a melhor solução a tomar, uma vez que através deste método não fica claro se o mais adequado é a opção somente por uma das estratégias ou utilizar várias.



Fonte: Adaptado de BOGO et. all. (1994. p.57)

Figura 20 – Zona de conforto térmico definida por Szokolay

DIAGRAMA BOCLIMÁTICO DE *WATSON & LABS*

- **Autor:** Watson & Labs
- **Data:** 1983
- **Variáveis utilizadas:** Temperatura, Radiação Solar Diária Normal, Humidade Relativa e Velocidade média do ar.

Limites de Conforto Térmico

A zona de conforto deste diagrama teve como base a zona de conforto de Givoni & Milne *cit in* BOGO (1994), no que diz respeito aos limites de humidade relativa (50%) e de Pressão Atmosférica de (5mmHg). O limite mínimo é> 20º C enquanto que o limite máximo é <25,6º C. Limites de maior temperatura e humidade são baseados nos limites de ASHRAE (78 ET).

Modo de Construção

O primeiro passo para a concretização de um diagrama bioclimático dos autores (*fig. 21)* exige a criação de um gráfico psicométrico. Após a sua criação ou possível obtenção através de uma vasta bibliografia, importa realizar a localização do comportamento climático do local que se pretenda ver estudado, através do desenho de linhas por meses, no gráfico referenciado. Neste será ainda necessário representar os polígonos definidos pelos autores correspondentes às necessidades bioclimáticas, bem como os polígonos identificadores das respectivas estratégias de controlo climático. O esforço seguinte remete para o cálculo da % de tempo em que cada linha, com significado mensal do clima local, se encontra localizada em cada

polígono constituindo, sobretudo, uma tarefa de interpretação, podendo ser auxiliada com o recurso à elaboração de uma tabela onde podem ser registados os valores de cada mês ao longo dos vários polígonos. Por último, será necessário consultar as recomendações de Watson & Labs onde os autores analisam as necessidades bioclimáticas e apresentam as respectivas estratégias de controlo.

Leitura e Interpretação

Através do seguinte diagrama é possível verificar as seguintes *necessidades bioclimáticas:*

- O intervalo entre 1 a 5 ao apresentar temperaturas <20º C exige um aquecimento total;

- O intervalo entre 9 e 17 possuem temperaturas superiores a 25,5º C revelando necessidades de arrefecimento total;

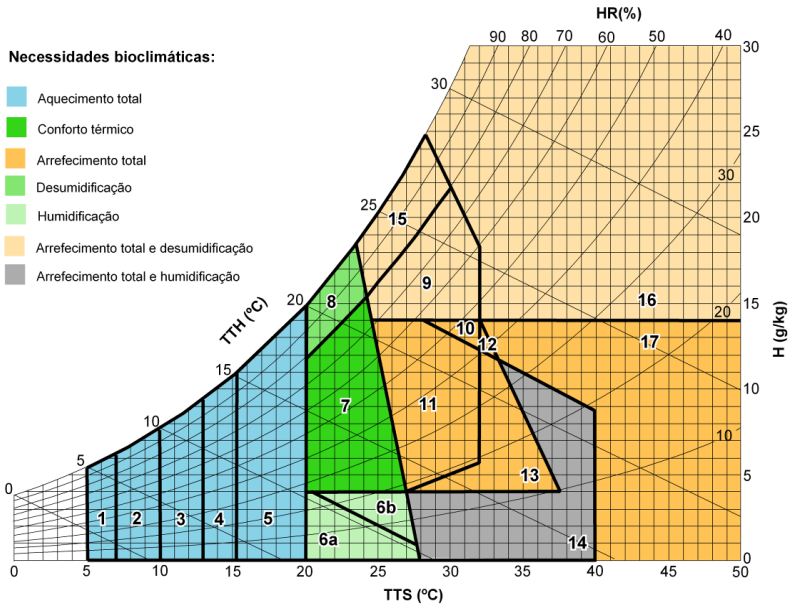
- Somente o polígono nº 7 apresenta as condições ideais de conforto, segundo os autores, compreendidas entre 20º C e 25,5º C perante 5mmHg;

iv) Os polígonos 8, 9, 15 e 16 ao se encontrarem compreendidos entre valores >17mmHg ou de 80% H.R. revelam necessidades de desumidificação;

v) Os polígonos 6a, 6b e 14 apresentam valores inferiores a 5mmHg, demonstrando a importância de humidificação.

Os mesmos autores para além da consideração das necessidades bioclimáticas apresentam algumas *estratégias de controlo*.

- Restrição de Condução (1-5), (9-11) e (15-17)
- Restrição de Infiltração – (1-5) e (16-17)
- Promoção de Ganhos Solares – (1-5)
- Promoção de Ventilação – (9-11)
- Promoção de arrefecimento por evaporação – (11), (13-14) e (6b)
- Promoção de arrefecimento por radiação – (10-13)
- Promoção de arrefecimento mecânico – (17)
- Promoção de arrefecimento mecânico e desumidificação – (15-16)
- Redução de Ganhos Solares – (6-17)



Fonte: Adaptado de BOGO et. all. (1994. p.69)

Figura 21 – Zona de conforto térmico definida por Watson & Labs

Vantagem de Utilização

Por um lado, este diagrama utiliza os limites definidos por ASHRAE que se mostraram coerentes com a equação de Fanger, cuja proposta de conforto térmico é universal. Por outro lado, estes autores ao dividirem a carta psicométrica em sub-zonas

distintas permitem, de modo objectivo, identificar as respectivas estratégias de controlo climático atendendo às necessidades bioclimáticas.

Desvantagem de Utilização

O facto destes autores terem baseado o limite de conforto nos limites propostos, sobretudo, por ASHRAE, permite detectar o inconveniente da aplicação deste diagrama. Como Givoni criticou, o sistema ASHRAE é exclusivo para ambientes com ar condicionado. Ora, estes diagramas devem considerar a elaboração de projectos que dispensem o recurso a sistemas artificializados.

MÉTODO BIOCLIMÁTICO DE *MAHONEY*

- **Autor:** Mahoney (1970)
- **Variáveis utilizadas:** Temperatura média máxima (º C), temperatura média mínima (ºC), humidade relativa (%), precipitação (mm)
- **Limites de conforto térmico:** variam entre 20-26º C

Modo de Construção e Interpretação

i) Apresentação dos elementos climáticos de temperatura máxima média mensal, da temperatura mínima média mensal, da humidade relativa média mensal pela manhã e pela tarde, da precipitação mensal e do vento dominante e secundário.

ii) Determinação da temperatura média anual obtida através da média entre a maior temperatura média máxima e a menor temperatura média mínima, ocorridas entre os 12 meses, conseguida através da seguinte fórmula:

$TMA = ((TMmax_a + TMmin_a) /2)$

iii) Determinação da amplitude térmica anual (ATA), calculada a partir da diferença entre a maior temperatura média máxima (TMmaxa) e a menor temperatura média mínima ($TMmin_a$), podendo ser apresentada:

$ATA= (TMmax_a-TMmin_a)$

iv) Cálculo da humidade relativa média através da média dos valores da humidade máxima média mensal pela manhã e da humidade mínima média mensal pela tarde, conforme a seguinte equação:

HRM= ((HRmax + HRmin)/2)

v) Classificação da humidade relativa segundo a definição de Mahoney, elaborada de acordo com a diversidade de climas mundiais, podendo ser consultada na *tabela 3*:

Tabela 3 – Grupos de humidade definidos por Mahoney

Humidade (%)	Grupo Humidade
< 30	1
30-50	2
50-70	3
> 70	4

Fonte: Nações Unidas, 1971

vi) Reconhecimento dos limites de conforto adequados à temperatura média anual obtida, para durante o dia e para durante a noite, o que exige a consulta do grupo de humidade que caracteriza cada mês do ano e o valor da temperatura média anual (*tabela 4*).

Tabela 4 – Limites de conforto apresentados por Mahoney

HRM (%)	TMA < 20º C		15º < ou = TMA > ou = 20º C		TMA < 15º C	
	BEdia	BEnoite	BEdia	BEnoite	BEdia	BEnoite
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
< ou = 70	23-29	17-23	21-28	14-21	19-26	12-19
> 70	22-27	17-22	20-25	14-20	18-24	12-18

Fonte: Koenigsberger et al., 1977; Mascaró, 1983; Nações Unidas, 1971

vii) Obtenção do rigor térmico diurno através da comparação entre o valor da temperatura máxima média mensal com o intervalo correspondente ao bem-estar diurno. O mesmo se aplica à determinação do rigor térmico nocturno, comparando o valor da temperatura mínima média mensal com o intervalo correspondente ao bem-estar nocturno.

Quando o valor da temperatura máxima média mensal (no caso da determinação do rigor térmico diurno) pertence ao BEdia, então o rigor térmico diurno é denominado por confortável; numa situação em que este valor seja superior, o resultado indica um rigor térmico diário frio; uma última possibilidade existe quando o valor da temperatura máxima média mensal é inferior ao BEdia, revelando um rigor térmico indicativo de frio. Do mesmo modo, se procede para a determinação do rigor térmico nocturno, através de uma comparação entre temperatura mínima média mensal e o BEnoite, sendo a interpretação análoga à anterior (*quadro 9*).

Quadro 9 – Rigor Térmico Nocturno, adoptado de Harris (1999)

Rigor Térmico Diurno e Nocturno, adptado de Harris (1999)

RT dia por TMA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Frio												
Confortável												
Quente												
RT noite por TMA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Frio												
Confortável												
Quente												

viii) Os resultados da etapa anterior permitem determinar a ocorrência de indicadores de humidade (H1, H2 e H3) e de aridez (A1, A2 e A3). Estes indicadores têm como objectivo diagnosticar as necessidades bioclimáticas, variando entre parâmetros que definem necessidades de movimento de ar essencial (H1), movimento de ar desejável (H2), protecção contra as chuvas (H3), armazenamento térmico (A1), local para dormir ao ar livre (A2) e protecção contra o frio (A3) – *ver tabela em anexo G.*

ix) Após a determinação dos indicadores mensais, é necessário conhecer a frequência com que eles aparecem ao longo do ano. Para simplificar o processo pode ser construído um quadro, como o exemplo que se segue (q*uadro 10*):

Quadro 10 – Frequência de indicadores de humidade e aridez

Indicadores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Frequência
H1													
H2													
H3													
A1													
A2													
A3													

x) Uma última etapa é proposta na aplicação do método de Mahoney que diz respeito à elaboração de um quadro de recomendações para projecto, com base na frequência de cada indicador anteriormente estudado – *ver anexo C*.

Vantagem de Utilização

Antes de mais, este método através do conhecimento do comportamento de alguns elementos climáticos permite a inclusão de características construtivas adequadas ao clima local, permitindo a obtenção de um maior conforto climático a um custo reduzido. Além disso, a aplicação deste método toma em consideração a média da amplitude térmica diária, não dispensando as diferentes exigências ao nível de conforto térmico durante o dia e durante a noite (sabe-se que à noite, as pessoas desejam temperaturas mais reduzidas). Por último, é de destacar a simplicidade da operacionalidade deste método.

Desvantagem de Utilização

Em contextos climáticos de transição, onde as necessidades climáticas podem não ser bem definidas ou mesmo extremas, a aplicação deste método pode revelar o inconveniente de não revelar grande flexibilidade na representação de situações intermediárias situadas entre a ocorrência ou não ocorrência de determinado indicador por mês. A sua determinação poderá revelar-se demasiadamente restrita, podendo gerar situações dúbias, por exemplo, em situações que se pretende conhecer se a movimentação do ar é desejável ou mesmo necessária.

CAP. IV – CONSIDERAÇÕES BIOCLIMÁTICAS NO PLANEAMENTO URBANO

"No princípio, o homem procurou simplesmente adaptar-se ao meio, encontrando na caverna o refúgio e a defesa contra as agressões climáticas. A caverna, muitas vezes disputada às feras, era porém húmida, hostil, incómoda e o homem era inteligente e imaginativo".

(TRABULO, F, 1964, p.107)

A principal característica de um planeamento urbano que incorpore *considerações bioclimáticas* reside da adequação de cada aglomerado às suas características de clima e de suporte, cuja finalidade é a *de proporcionar bem-estar aos indivíduos, através de uma rentabilização máxima dos recursos renováveis disponíveis.*

Assim, sempre que ao longo deste trabalho a expressão «princípios bioclimáticos» for apresentada, referir-se-á à defesa de atitudes aplicadas no processo de planeamento urbano que incorporem o reconhecimento das necessidades bioclimáticas de um determinado contexto espacial, bem como respectivas soluções, passíveis de não se tornarem nocivas para o ambiente, cuja missão é a de propiciar uma harmonia entre o clima e ser humano.

Na sequência da compreensão da influência do clima no organismo humano e do reconhecimento da sua necessidade em atingir o conforto térmico, é chegado o momento de reflectir sobre os modos do Homem poder, através da actividade de planeamento urbano, retirar vantagens dele sem necessidade de recorrer a meios artificiais. Ainda assim, antes deste exercício, são lembrados os contributos de diferentes individualidades e civilizações, bem como exemplos de arquitectura popular internacional que ao longo da história humana souberam conviver de modo pacífico com o ambiente climático.

4.1. Exemplos de contributos bioclimáticos no território

O sol parece ter sido, ao longo de milhares de anos, o "parente pobre" de quem o Homem se lembra quando os recursos alternativos se rarificam. Este será um dado verdadeiramente central no presente estudo, que pretende reavivar a importância do clima como um recurso e, simultaneamente, de compreender a sua relação com os aspectos da paisagem natural, bem como aquela que diariamente os interventores do território criam, com vista a potenciá-lo.

Os princípios bioclimáticos desenvolvidos na antiguidade, em vários momentos históricos foram ignorados por desconhecimento ou pela existência de fontes de energia baratas. Na realidade, a procura do conhecimento dos princípios solares parece coincidir com os momentos em que se adivinha a escassez dos recursos. O reconhecimento por parte dos romanos das vantagens de uma correcta orientação das casas, ter-se-á dado aquando de uma desflorestação total da Península Italiana, reforçada por um empobrecimento do seu poder que inviabilizou a exploração de recursos do exterior, como a madeira. Segue-se, assim, uma breve resenha histórica com vista a exemplificar o que anteriormente foi dito.

Ao longo da história, desde os primórdios da humanidade, o homem sentiu a necessidade de se proteger de uma variedade de adversidades que a natureza constantemente lhe impôs, desde extremos térmicos, passando pela variação de luz solar, pelas condições fortemente arejadas em oposição à ausência de ventilação, até às diferenças entre chuva e a seca. As condições climáticas do território onde estava inserido sempre constituíram um factor fundamental no tipo de abrigo por ele desenvolvido. Aproveitando os recursos que dispunha, o homem foi capaz de observar as condições do estado de tempo que mais se repetiam e, organizar-se no seu ambiente consoante as possibilidades que se revelavam mais adequadas. Não será por acaso, que encontramos uma diversidade de tipos de construção, atendendo, por exemplo às latitudes que nos encontremos. A herança cultural, do ponto de vista da arquitectura popular, será o resultado de adaptações sucessivas do homem ao seu ambiente, lutando para sobreviver, por vezes, em ambientes muito quentes e, outras vezes, abaixo de limiares de temperatura pouco confortáveis.

Recuando alguns milhares de anos, pelo menos ao século V. a.C., verificamos que a cultura grega já tinha consciência da importância da utilização de uma arquitectura solar, atendendo, por exemplo, à necessidade de refrescar as casas no Verão e

de as aquecer no Inverno. O nascimento da arquitectura solar evidencia a importância do aproveitamento solar no desenho da forma dos edifícios. Sócrates referido por Jenofonte (ESPI, 1999) defendia que as casas orientadas a sul, permitiam que o sol penetrasse no pórtico no Inverno e, no verão propiciavam sombra, devido à elevação do arco solar. Os desenhos das casas estavam, portanto, desenhadas de acordo com princípios geométricos de orientação solar, preocupação que era alargada às habitações de diferentes classes sociais, permitindo mesmo que os cidadãos com maiores carências sociais pudessem beneficiar da iluminação e aquecimento solar no Inverno e, simultaneamente, usufruir de sombra nas estações quentes. Esta técnica grega derivou do facto desta civilização ter compreendido que a altura do sol variava ao longo de estações.

Os gregos, não foram, contudo a única civilização antiga que terá recorrido ao sol como a principal fonte de energia. Os Romanos ainda que tivessem consumido em grandes proporções madeira, em determinados momentos da sua história, viram-se obrigados a diversificar as suas fontes de aquecimento, até porque os recursos locais de madeira desapareceram velozmente na Península Italiana, segundo ESPI (1999). Não é por acaso, que no século I d.C. a madeira utilizada pelo Império Romano fosse já importada de regiões tão longínquas, como é o caso do Cáucaso. O grande consumo de combustíveis como a madeira, exigiu o desenvolvimento e a adaptação aos diferentes climas das áreas ocupadas pelo do império e a não subestimar as técnicas da Grécia Antiga. A própria lei romana viera mesmo a incorporar o direito ao sol, o que em termos práticos significava que "a casa do próximo não se interpusesse entre o sol e a própria casa" (ESPI, 1999). Vitrúvio[11] definia o tipo de funcionalidade interior de cada habitação, com a finalidade de maximizar o conforto, devendo, por exemplo, a área destinada à alimentação encontrar-se virada a sul no Inverno e a norte no Verão. No século IV d.C., as necessidades de combustível eram já tão grandes que o governo enviou uma frota com o objectivo de transportar madeira de França e Norte de África. Contudo, o enfraquecimento do poder do Império, conduziu à impossibilidade de Roma importar recursos energéticos oriundos do exterior. Nesse contexto, dá-se o desenvolvimento de novas técnicas de auto-construção, a cargo de arquitectos como Faventino[12] que escreveu manuais onde incluíam técnicas de conservação, nomeadamente, de reciclagem de água. Apesar de um esforço redobrado de acesso ao sol enquanto direito, este não constituiu um privilégio generalizado, ao contrário da civilização grega que embebida num espírito de justiça e igualdade social o defendeu a todos os membros da sua sociedade, independentemente da sua condição social.

A estas civilizações, Grega, Romana e, até mesmo, Chinesa (Chinos), devemos também o aproveitamento da concentração de energia solar através da utilização do vidro associada a espelhos.

No entanto, a história da ciência e, dos grandes feitos nem sempre evoluiu linearmente. Conheceu períodos mais obscuros como foi a Idade Média, altura em que muito do conhecimento adquirido, nomeadamente, nestas matérias esmoreceu.

Será, já por altura do Renascimento, que se redescobrem novos fundamentos geométricos, designadamente na arte de inventar técnicas de combustão. A utilização de estufas, baseada na compreensão que qualquer lugar aquece muito mais quando os raios solares penetram através do vidro, viria a ser reintroduzida por Holandeses e Flamengos que voltaram a valorizar a técnica de orientação solar no aproveitamento do solo agrícola. Assim, as árvores deveriam estar plantadas junto a um muro

[11] Engenheiro e arquitecto romano que viveu no século I a.C., autor de uma obra de 10 volumes intitulada por "De Architectura", tenda esta constituído o único tratado europeu do período grego-romano que chegou aos nossos dias, servindo de inspiração à arquitectura desde a época do Renascimento.

[12] Viveu provavelmente na 2ª metade do século I.V. d.C., tendo escrito um compêndio de arquitectura intitulado por "sobre las distintas técnicas de la arquitectura". Na sua obra fez referência à selecção do lugar para a edificação, ao aprovisionamento de água, aos materiais de construção, ao desenho das vivendas no campo e na cidade, às principais divisões da casa e sua decoração, bem como à construção de relógios de sol.

orientado a sul, optimizando a intensificação da radiação incidente e, beneficiando da libertação de calor acumulado na terra para impedir a formação de geadas nocturnas.

No século XVIII, o uso das estufas passaria da agricultura para a habitação, inicialmente enquanto espaço anexo à mesma, que servia de isolamento relativamente ao exterior, posteriormente como habitação para alguns (jogos, leitura, descanso), e, mais tarde incorporado na própria casa, em forma de estufa ou salão com forte envidraçado na coberta ou nos muros laterais (ESPI, 1999).

Neste contexto, um século mais tarde, iniciar-se-ia a vulgarização deste tipo de conservação de energia, que levaria a que fossem cometidos vários erros. Nesse momento da história, o interesse em se possuir uma estufa numa habitação era tão forte que a sua instalação foi, muitas vezes, alheia a uma correcta localização. Assistiu-se à instalação da estufa em qualquer fachada, sendo necessário o recurso ao carvão para satisfazer as necessidades de aquecimento.

Já em pleno século XIX, os significativos avanços da técnica e da ciência que estiveram na base da Revolução Industrial, recorrendo à máquina para substituir a força do homem, exigiram o consumo de elevado número de toneladas de carvão, juntamente com madeira (com esta revolução estava aberto o caminho para o consumo de energias não renováveis, uma energia barata e de fácil acesso a todos). A lógica do aproveitamento da energia solar foi trabalhada, sobretudo, através do desenvolvimento de motores capazes de potenciar a energia solar obtida. Surgem, então, os primeiros motores solares. A Mouchot, professor de matemática, o homem moderno deve as bases da construção de caldeiras, a primeira máquina solar (1866) que permite que um motor funcione sem combustível, através da uso de técnicas e materiais que optimizam a radiação solar, assim como diferentes bases para o futuro do desenvolvimento da energia solar e, respectivas, aplicabilidades. Seguem-se outros trabalhos que visavam o desenvolvimento de motores e máquinas solares, incentivados pelo receio de escassez futura de carvão, sendo de destacar o motor solar de Ericsson (1868), de Eneas (1899), John May (cerca de 1904) a instalação solar industrial de Tellier (1880), a planta solar de Shuman (1911), a planta solar de Maadi (1912), entre outros.

Estes valiosos contributos, levantam desde logo, uma questão sobre a qual talvez valha a pena reflectir. Por que razão, o desenvolvimento do motor solar, instigado pelo desenvolvimento da mecânica da revolução industrial, não substituiu a utilização de recursos como o carvão ou de outra espécie de combustível não renovável, como é o caso do petróleo? Arrhenius[13] já não adivinhava os efeitos de aquecimento atmosférico, para os próximos séculos, como resultado da geração de dióxido de carbono produzido por estas fontes de combustão? A resposta a esta retórica passará pelas limitações de potência irradiada pelo sol ou por outras palavras ao facto *"do motor solar se limitar à transformação da potência energética disponível, encontrando-se esta limitada de forma insuperável pelas características do sol que chega à vida"* (ESPI, 1999).

Outra descoberta curiosa de assinalar, foram os aquecimentos solares de água, enquanto meio de poupança energética, sendo segura, fácil e barata consistiu no aquecimento da água através do uso de um depósito metálico de água pintado de negro, colocado de modo a potenciar a energia recebida em detrimento de espaços de sombra. Estes métodos populares de aquecimento de água foram explorados e desenvolvidos por várias empresas, nos finais do século XIX.

[13] Físico e químico de nacionalidade sueca, nascido em Wijk (1959), autor da teoria (com o seu nome) clássica da dissociação electrolítica segundo a qual as moléculas dos ácidos, bases e sais em solução aquosa "desdobram-se" em iões, podendo estes ter cargas eléctricas de sinais contrários. Esta teoria viria a conceder-lhe a atribuição de prémio Nobel da Química em 1903.

Porém, o período de prosperidade que se seguiu à segunda guerra mundial, na sociedade americana disparou o consumo de água, viria a modificar esta visão de aquecimento solar da água. Os aquecimentos eléctricos lentamente tornavam-se numa alternativa eficaz e cada vez mais barata, ao mesmo tempo que permitiam o consumo de água quente de modo infindável.

Nos finais dos anos 40, o consumo de energia fóssil cada vez mais barata e, por isso, mais acessível, atenuou o interesse pela energia solar, ficando esta restrita ao uso da classe mais abastada, capaz de pagar a arquitectos versáteis em técnicas de aquecimento natural. Existiram, porventura, algumas excepções, como foi o caso de Israel cujo conhecimento do clima como recurso possível de aplicar às necessidades do território foi mais marcante devido aos receios de cortes de abastecimento do petróleo.

Após a crise energética dos anos 70, a consciencialização dos impactes do consumo energético que recorre a elevados níveis de absorção de materiais combustíveis, como é o caso do carvão e do petróleo no aumento da produção de gases de efeito de estufa esteve na origem de uma maior sensibilização para opções de construção bioclimática, repescando "as suas raízes no empirismo das regras de boa arte dos nossos antepassados" (LANHAM et all, 2004, p.10).

Na realidade, *"a arquitectura bioclimática consiste em pensar e projectar um edifício tendo em conta toda a envolvência climatérica e características ambientais do local em que se insere"* (LANHAM et all, 2004, p.10). O conhecimento das variáveis climáticas pode constituir um recurso natural, segundo D'Amico (2000, p.4) ao afirmar *"que a arquitectura bioclimática se fundamenta na adequação e utilização positiva das condições do meio ambiente e dos materiais".*

Porém, os benefícios que dela poderemos retirar não se restringem somente à questão ambiental, uma vez que em termos económicos poderá ser compensatória, no caso de se utilizarem correctamente técnicas de implementação de medidas activas de energia solar, por exemplo, através da utilização de painéis solares para o aquecimento de águas ou de painéis solares-fotovoltaicos para a produção de energia eléctrica. A aplicação de tais objectos, poderá contribuir para a diminuição da dependência energética dos edifícios, permitindo o conforto ambiental a um custo relativamente reduzido.

O historial da construção bioclimática não deve esquecer alguns contributos de homens como o arquitecto Wiliam Atkinson[14], Henry Wright, Henry N. Wright, entre outros, que perante o contexto de depressão dos anos 30, num momento de choque petrolífero, terão fomentado o retorno às políticas de conservação energética solar.

Será perante estes cenários da sociedade ocidental, que alguns nomes da arquitectura do século XX foram memorizados pelos seus sucessores, no sentido, de terem lutado para alterar um crescimento urbano que desconhecia a palavra desenvolvimento.

O arquitecto William Atkinson terá sido um importante defensor da construção de edifícios que não obstruíssem o acesso ao sol daqueles que se encontravam na sua vizinhança. A sua persistência terá permitido convencer algumas autoridades governativas, pois em breve todas as cidades passaram a integrar as novas leis que limitavam a altura das novas construções. Atkinson estudou o comportamento das diferentes fachadas relativamente à sua capacidade de recepção dos raios solares. Em 1912, viria a publicar um livro, intitulado de *"A orientação dos edifícios, ou projectando para o sol"*, segundo ESPI (1999).

[14] Investigador e arquitecto que viveu e trabalhou em Bóston e que em 1912 publicou um livro intitulado "The orientation buildings", onde referia a importância do conhecimento da orientação dos edifícios e, respectiva radiação solar por motivos de salubridade. Os seus esforços conduziriam à criação de legislação norte-americana para evitar o sombreamento.

O desenvolvimento da arquitectura solar, no início do século XX, viria a ser continuado pela onda de entusiasmo das tendências do *Movimento Moderno Europeu*, nomeadamente, pelo papel da *Royal Institute of Bristish Architects* (RIBA) e de urbanistas americanos, como Henry Wrigth[15], responsável pela divulgação da importância da utilização de cartas e instrumentos solares. Também o seu filho, Henry N. Wright[16], estudou a relação entre orientação das janelas e calor acumulado no edifício, com base na informação meteorológica de Nova Iorque.

Paralelamente, a estas investigações, um outro arquitecto, George Fred Keck[17] (1940) ao conceber diferentes casas para os seus clientes, a certa altura, reparou num pormenor que viria a transformar o seu desenho e levá-lo a aperfeiçoar a sua arte. Keck observou que os trolhas da sua obra trabalhavam no interior dos edifícios em construção, vestidos apenas com camisolas de manga curta, sem qualquer tipo de aquecimento artificial, sentindo-se confortáveis do ponto de vista térmico, num dia onde a temperatura exterior era inferior a zero graus. A resposta a tal verificação, resultou pela constatação da existência de vidro na casa que permitia reter substancialmente a energia solar e, consequentemente, funcionar como um modo de aquecimento doméstico. Desde aí, passou a orientar o vidro das casas a sul.

Todavia, após a Segunda Guerra Mundial, alguns princípios de orientação solar juntamente com a generalização do uso dos cristais, defendidos por alguns, tornaram-se alvo de controvérsia, pois as superfícies acristaladas vulgarizaram-se de tal maneira, ignorando a correcta orientação, provocando um uso caótico crescente de equipamentos de aquecimento e arrefecimento, acumulando os erros na sua localização geradores de enormes ganhos de calor no Verão e perdas significativas no Inverno.

Nesta sequência, de aperfeiçoamento da arquitectura solar, emergiram elementos de protecção térmica, como sendo as cortinas, as persianas e os toldos.

Mas será que os artificialismos da habitação do homem contemporâneo, de reforço de conforto térmico, suprimiram totalmente os princípios de orientação solar que permitiram durante tanto tempo a optimização do aproveitamento do sol como uma das principais fontes de calor?

De facto, tal não aconteceu, como poderemos observar pela arquitectura popular, encontrada em diferentes zonas climáticas do planeta, que se foi criando ao longo do tempo e que não ignorou na íntegra o conhecimento de civilizações.

Nas regiões da Terra de *clima quente e seco*, encontrado (entre os trópicos de Câncer (23º 27' N) e Capricórnio (23º27'S)), caracterizado por uma grande amplitude térmica diária a construção é compacta com o objectivo de se reduzirem as superfícies

[15] Urbanista americano do início do século XX que propunha o uso de cartas e instrumentos solares para determinar o modo de aproveitamento do máximo calor solar. Na sequência da arquitectura solar no período do Movimento Moderno Europeu, nos anos 30, na Europa as suas ideias tiveram uma grande aceitação.

[16] Filho e Discípulo de Henry Wright, realizou o estudo prático das suas ideias através da determinação de calor que um edifício de Nova York poderia obter, ao longo das várias estações do ano, comparando as suas janelas abertas em diferentes orientações. Wright abordou, deste modo, a relação entre a orientação das janelas nos edifícios e a quantidade de calor acumulada, baseando-se na informação meterológica sobre exposição solar de Nova York. Enquanto grande contributo deste autor é de destacar os seus estudos sobre "Radiação, orientação e Calor" (1938).

[17] Arquitecto, nascido em Watertown, foi o primeiro arquitecto americano a demonstrar o potencial da energia solar passiva. Defensor de uma eficiência térmica através do desenho da casa. Keck construiu a sua primeira casa solar em Watertown em 1935, atendendo ao "efeito de estufa", conseguindo poupar cerca de 15 a 20% de energia, através da implantação de alguns pormenores bioclimáticos, nomeadamente, da incorporação de pequenas janelas viradas a norte, largas janelas expostas a sul e da plantação de árvores nas orientações viradas a sul para minimizar os ganhos de calor ocorridos durante o verão.

expostas à radiação solar, sem muitas aberturas, de paredes espessas para evitar as variações térmicas do exterior, assim como para melhor proteger dos ventos quentes, segundo OLGYAY (1998, P.196). Além disso, as habitações deste tipo de clima têm também um pátio interior, que as habitações agrupadas partilham e que beneficia da sombra das construções, segundo HERZ (1988).

Nas regiões de *clima quente e húmido* as temperaturas elevadas são acompanhadas de um forte regime pluviométrico, sobretudo na época das chuvas. Nesse sentido, a principal preocupação será a de manter boas condições de ventilação, uma vez que a combinação entre elevadas temperaturas e humidade para além, de aumentar a sensação de desconforto, potencia sintomas de mal-estar físico e psicológico que a partir de determinados níveis, podem tornar-se fatais. Os edifícios, são estreitos, separados entre si e do próprio solo, de modo a permitir a exposição às brisas (SERRA, 1999, p.8). A este propósito NIEUWOLT (1986), acrescenta que os edifícios, nestes climas, devem ser altos porque aumentam a velocidade do vento com a altura, ao mesmo que a temperatura e humidade tendem a diminuir. A cobertura na arquitectura tradicional típica privilegia uma elevação considerável para ser capaz de prestar protecção contra a forte radiação solar.

Nas regiões de *Clima Temperado Ameno*, há quatro estações nítidas, o Verão e o Inverno (mais desconfortáveis), e a Primavera e o Outono (mais confortáveis). As respostas do desenho arquitectónico incluem soluções como: i) uma elevada massa térmica; ii) a maximização das fachadas viradas a norte, especialmente em áreas com acesso solar passivo; iii) a minimização de janelas viradas a oeste e a leste, com um uso adequado de sombra, nomeadamente, através do recurso a toldos; iv) a minimização de paredes exteriores; v) o uso de ventilação cruzada e de arrefecimento passivo no verão; vi) o fomento de ventilação convectiva e de circulação de calor; vii) o uso de insolação reflectiva para proteger a casa do calor de verão; viii) a utilização de uma insolação volumosa para manter o calor durante o Inverno, através de paredes e telhados de insolação volumosa; Neste tipo de clima, um correcto desenho da arquitectura face ao seu contexto climático, dispensa o a utilização de sistemas de aquecimento e de arrefecimento.

Nas regiões *de tipo Temperado Frio*, o período de maior armazenamento hídrico corresponde ao seu período de verão, momento que se registam intensas precipitações. O período seco corresponde às temperaturas muito baixas, com vários dias com valores de temperatura inferiores a zero. As exigências de conforto obrigam o ser humano a satisfazer necessidades de calor. Nesse sentido, a escolha do tipo de habitação tomou em consideração formas de optimização da escassa energia solar. Estes habitats são compactos e com o mínimo de aberturas possíveis, para se protegerem contra os ventos frios, uma vez que a sua presença associada a baixas temperaturas reforça a sensação de desconforto térmico. As inclinações das coberturas são fortes, chegando a atingir os 45º, para o melhor escoamento da neve que nelas se depositam. Neste tipo de clima é, ainda, possível conservar o calor armazenado durante o dia, através da utilização de uma elevada massa térmica dos materiais de construção.

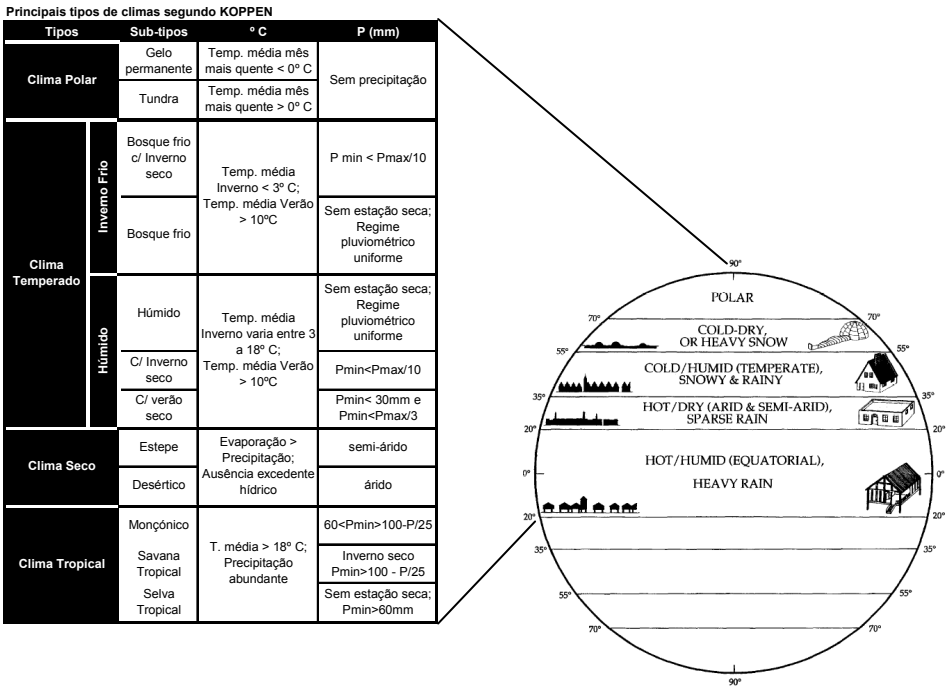
Em *regiões de clima frio,* o principal problema com que a arquitectura popular se depara é com a enorme exigência de conservação de calor e daí, um forte investimento nos isolamentos e em estratégias de protecção contra os ventos. Exemplos típicos das construções em climas de frio extremo são os iglos, construídos com blocos de gelo, de forma esférica, com isolamentos interiores de peles de animais. Na realidade, todo o calor conservado possui como fonte principal o calor libertado pelo próprio homem. As construções apresentam pequenas aberturas, para a entrada de luz, mas sempre acompanhadas de isolantes altamente eficientes.

De um modo simples, a *figura 22* esquematiza alguns exemplos do tipo de arquitectura popular possível de se encontrar em diferentes latitudes do globo terrestre.

Em *Portugal*, ainda existem exemplos típicos de como a *arquitectura popular* soube a adaptar-se a contextos climáticos muito específicos, retirando partido de técnicas de arrefecimento passivas.

Segundo MENDONÇA (2005), a esse respeito é possível tecer algumas considerações sobre a relação entre contextos climáticos e tipologias de construção, destaque para as construções em contextos climáticos extremos (quente e seco) como é o caso da realidade do Alentejo.

As construções da típica *arquitectura alentejana* à semelhança da *algarvia* caracterizam-se por ser térreas, construídas, essencialmente, em tijolo e taipa. Este último material "permite uma maior resistência térmica das paredes exteriores associada a uma boa capacidade de armazenamento térmico, o que se adequa a um clima quente e seco" (MENDONÇA, 2005, p.58). No entanto, tal facto encontra-se aliado à própria forma, cor, à dimensão das próprias janelas, à proximidade das casas entre si, entre outros pormenores. Assim, as casas são, na sua maioria, brancas para potenciar uma menor absorção da radiação solar e térreas e com menor forma para evitar ângulos de radiação solar que potenciem excessos de calor. Em aglomerados habitacionais as casas localizam-se preferencialmente juntas para minorar as próprias flutuações térmicas, possuindo poucas janelas e de pequena dimensão para reduzir a transmissibilidade dos raios solares das superfícies envidraçadas. Nas casas de herdades rurais de maior dimensão, algumas divisões como os quartos situam-se virados para outras construções para evitar, novamente, as grandes flutuações térmicas.



Principais tipos de climas segundo KOPPEN

Tipos		Sub-tipos	° C	P (mm)
Clima Polar		Gelo permanente	Temp. média mês mais quente < 0° C	Sem precipitação
		Tundra	Temp. média mês mais quente > 0° C	
Clima Temperado	Inverno Frio	Bosque frio c/ Inverno seco	Temp. média Inverno < 3º C; Temp. média Verão > 10ºC	P min < Pmax/10
		Bosque frio		Sem estação seca; Regime pluviométrico uniforme
	Húmido	Húmido	Temp. média Inverno varia entre 3 a 18º C; Temp. média Verão > 10ºC	Sem estação seca; Regime pluviométrico uniforme
		C/ Inverno seco		Pmin<Pmax/10
		C/ verão seco		Pmin< 30mm e Pmin<Pmax/3
Clima Seco		Estepe	Evaporação > Precipitação; Ausência excedente hídrico	semi-árido
		Desértico		árido
Clima Tropical		Monçónico	T. média > 18º C; Precipitação abundante	60<Pmin>100-P/25
		Savana Tropical		Inverno seco Pmin>100 - P/25
		Selva Tropical		Sem estação seca; Pmin>60mm

Fonte: Adaptado de Golany (1996)

Figura 22 – Tipos de arquitectura popular em diferentes zonas climáticas

As construções de Norte, Centro e Estremadura devido ao carácter mais ameno do seu clima, ainda que com fortes nuances verificadas entre estas regiões, não serão tão condicionadas pelos respectivos contextos climáticos, mas antes pela herança de uma variedade de contextos temporais associados ao peso da tradição.

Ainda em *Portugal*, parece detectar-se, também, os primeiros passos na implementação de um novo tipo de arquitectura bioclimática mas, desta vez, com o recurso a técnicas de aquecimento ou arrefecimento activas (LANHAM et all. 2004). Todavia, alguns *entraves* têm contribuído para retardar a sua divulgação, nomeadamente, o facto das inovações tecnológicas terem vindo a substituir e a ignorar técnicas antigas de construção, em prol da utilização de aparelhos de ar condicionado. Outro factor associado ao desconhecimento das técnicas empíricas, ditas informais que antigamente se transmitiam de mestre para aprendiz, por parte da arquitectura actual que recomeça a reconhecer a sua necessidade de as integrar na respectiva formação. Os mesmos autores reconhecem na diversidade de variáveis a implementar na arquitectura bioclimática uma dificuldade inerente à implementação deste tipo de arquitectura, ou seja, a melhoria nas questões de luminosidade, através da utilização de envidraçados, pode favorecer o risco excessivo de exposição solar. No mesmo role de causas explicativas das adversidades de concretização da arquitectura bioclimática distingue-se, e certamente, com um peso relevante, a importância atribuída à utilização de aparelhos de aquecimento e refrigeração associada a uma noção de status social, capaz de solucionar qualquer tipo de desconforto térmico. Por último, importa referir os inúmeros obstáculos que os primeiros adeptos destes aparelhos foram vítimas, designadamente, no que diz respeito a uma incorrecta instalação, devido a uma deficiente formação dos técnicos, inviabilizando a rentabilização que deles poderia usufruir.

Na perspectiva de D'Amico (2000, p.3), "*a aplicação real das directrizes de redução das emissões de dióxido de carbono (93/76/CEE) transpostas para o sector da construção, produzirão seguramente ajustes necessários para promover de forma estável e sustentável os edifícios concebidos para conseguir uma elevada eficiência energética*", reinando a esperança que as novas necessidades prementes de energia se tornem no engenho de novos contributos.

Em síntese, o planeamento urbano deverá recorrer aos contributos bioclimáticos históricos evitando as falácias da *"sobrevalorização dos recursos naturais, os baixos custos da energia e as ilusões do Homem sobre a sua capacidade de domínio das outras componentes do ecossistema"* (MONTEIRO, 1996/1997).

4.2 Condicionantes de contextos bioclimáticos

O presente ponto visa uma reflexão sobre possíveis considerações bioclimáticas possíveis de ser incorporadas na concepção de espaços exteriores e interiores, tendo como objectivo uma melhoria do conforto térmico dos seus ocupantes. Nesse sentido, é fundamental que o planeamento urbano seja sensível ao aproveitamento das suas condições naturais, debruçando-se sobre uma análise a uma *escala local* para, posteriormente, poder tomar opções de *escala urbanística* e ao nível da *construção* adaptadas ao seu contexto climatológico.

Com o propósito de adequar as condições de edificação, vários autores têm estudado níveis de conforto de uma diversidade de contextos climatológicos, apresentando algumas estratégias e, respectivas medidas apresentadas seguidamente. Ainda assim, as suas análises parecem relativamente uniformes, uma vez que as suas propostas têm variado unicamente enquanto resultado do tipo de clima local.

O presente trabalho terá a preocupação de apontar soluções que não restringir-se-ão somente a dados climatológicos obtidos numa estação de monitorização de elementos climáticos. Acreditamos que uma diversidade de contextos à micro-escala poderão ser o suficiente para criar uma infinidade de soluções combinadas.

A componente geográfica deverá, portanto, assumir um realce especial baseada num problema reconhecido de *que "o baixo custo da energia e o rápido progresso científico e tecnológico tornou praticamente negligenciáveis o clima e a geomorfologia no processo de selecção das áreas escolhidas pelo Homem para se instalar". (MONTEIRO, 1997, p.194).*

4.2.1. Condições naturais

4.2.1.1 Presença de vegetação

Das várias funções que a vegetação pode desempenhar no interior de uma cidade, como sendo a de recreio, a de socialização, a de estética, a função ambiental deverá assumir uma especial importância.

O contributo do homem na modificação da paisagem natural, através de acções permanentes de construção, de alargamento e de melhoria de infra-estruturas, equipamentos, edifícios para a habitação, entre uma diversidade de usos artificiais exige que este não ignore a paisagem natural sob pena de inviabilizar a sustentabilidade do seu território.

Na procura de novas formas de sustentabilidade aplicadas ao planeamento urbano com vista a não permitir que as cidades constituam somente palco onde um conjunto de indivíduos que dela retiram vantagens temporariamente, onde gastam energia e produzem *outputs*, os espaços verdes possuem um papel de incentivo à fixação das suas populações bastante importante. O planeamento urbano não pode negligenciar o facto do ser humano ser mais do que um ser social, sendo antes de mais um ser natural. A consciência do homem enquanto mais um elemento da natureza que não a dispensa e que dela necessita para uma integração completa no seu habitat merece um especial destaque, podendo esta ser entendida como uma necessidade básica.

Esta necessidade aliada às próprias políticas de sustentabilidade ambiental que desejam a maximização de uma eficiência energética aplicadas aos contextos urbanos reforçam o papel dos espaços verdes enquanto uma forma de:

i) Retomar a função de habitação em decréscimo nalgumas cidades, (outrora de elevados quantitativos populacionais, como é o caso da cidade do Porto, enquanto resultado de processos de suburbanização), ao constituírem um incentivo de fixação a diferentes segmentos da população que ambicionam liberdade e integração natural e social, entre outras sinergias que a cidade pode propiciar. A capacidade de atrair indivíduos para habitarem a cidade pode contribuir para a redução das necessidades de deslocação, na sequência das críticas apontadas ao funcionalismo, nomeadamente, o facto desta corrente ter contribuído para a "compartimentação rígida das cidades", com a criação de «espaços monofuncionais» associados a uma cultura terciária (PINHO, P., 1995).

Assim sendo, ainda que de modo indirecto as áreas verdes podem ajudar na diminuição da utilização de transportes rodoviários, que consomem combustível, um dos principais responsáveis pela destruição da camada de ozono na alta atmosfera e da sua presença excessiva à superfície do solo, enquanto incentivo de política de regresso à cidade compacta e antiga.

ii) Renovar a artificialidade do suporte biofísico criado pela cidade compacta que não dispensa a mistura de usos de solo geradora de contextos climáticos diferenciados, nomeadamente, ao nível da criação do fenómeno de «Ilha de calor urbano»; *"A vegetação é um elemento estimável como purificador da atmosfera urbana, realizando esta função quer através da fixação das poeiras e gases tóxicos de forma mecânica e por efeitos electroestáticos, quer pela função clorofílica, através da qual absorve dióxido de carbono e emite oxigénio e ozono"* (MADUREIRA, 2002, p.143).

Em situações de poluição atmosférica, as massas de ar carregadas de poluentes perante a presença de vegetação responsável por um arrefecimento das superfícies próximas do solo ascendem, dando lugar a massas de ar renovadas e purificadas.

A vegetação não se esgota, porém, na sua capacidade de melhorar as condições de acesso do oxigénio às células do organismo humano. Sob a forma de extensas ramificações, de pequenos arbustos ou de plantas rasteiras, a vegetação enquanto ser vivo que se alimenta, à semelhança do homem, necessita de consumir água. Esta sua característica permite retirar outras vantagens, nomeadamente, ao permitir a infiltração nos solos, contribuindo como um meio de aumentar as reservas de água subterrânea. Como consequência da sua regulação hídrica, as plantas transportam água das suas raízes até às suas folhas, através das quais possibilitam um processo de transpiração.

É de sublinhar o papel das plantas no desempenho da elevação da humidade do ar, dado que através da sua *transpiração*, realiza-se extracção de água do solo, através das suas raízes, que transportam a água até às folhas que encontram nos respectivos poros um meio de libertação de água. A quantidade de libertação de água para a atmosfera, por parte das plantas, depende da espécie vegetal e, das respectivas, folhas. Por exemplo, na estação invernal, nas latitudes médias, as árvores de folha caduca perdem as folhas, resultando numa transpiração quase ou mesmo nula. Para além do tipo de espécie arbórea, a temperatura também desempenha um papel importante na variação dos níveis de transpiração, uma vez que quanto maior a temperatura, maior a transferência de calor da vegetação e solo para a atmosfera.

A quantidade de água evaporada, contudo, irá depender do tipo de espécie vegetal. Por exemplo, as folhosas constituem um tipo de espécie com fortes necessidades de consumo de água, o que resulta por sua vez, na libertação de totais de evaporação superiores para a atmosfera. É por este motivo, que estas árvores constituem formas preferenciais de aumentar a humidade e de aliviar o desconforto térmico provocado pelas temperaturas elevadas. Outras espécies como é o caso das resinosas, ao possuírem a capacidade de se adaptarem mais facilmente a solos mais secos, armazenam menores quantitativos de água, assim como libertam menor vapor de água, sendo mais susceptíveis à combustão e reveladoras de um menor atributo de arrefecimento da temperatura por contacto com a atmosfera envolvente.

Para além do arrefecimento da temperatura do ar envolvente, propriedade intrínseca de um modo geral a todo o tipo de espécies, dependendo da sua densidade, as árvores permitem a realização de abrigos aos raios solares, constituindo verdadeiras barreiras entre os raios ultravioletas e os corpos sobre os quais eles incidem. Um pormenor evidente é o facto da temperatura à sombra ser inferior à temperatura média radiante.

A diferenciação das espécies arbóreas, todavia, não pode ficar confinada à diversidade das suas exigências hídricas, uma vez que quando se utiliza a vegetação enquanto variável que contribui para modificar o clima de um determinado lugar é necessário ter presente o ciclo de renovação das suas próprias folhas, sendo de distinguir espécies de árvores de folha caduca, típicas da Região Mediterrânica e árvores de folha perene mais vulgares nas latitudes mais a norte, no caso do Hemisfério Norte. Contudo, uma vez que as principais espécies arbóreas que encontramos hoje em Portugal não são já resultado das características pedológicas do território mas antes de opções mais rentáveis, convêm que o planeamento urbano nas suas escolhas não ignore o tipo de espécies que planta, atendendo aos proveitos que cada uma delas pode originar, nomeadamente, ao nível da capacidade de fornecer sombra, de permitir que os níveis de humidade gerados constituam, juntamente com as temperaturas médias registadas durante o ano, uma combinação que propicie conforto térmico. A rentabilização de tais proveitos deve considerar, nas latitudes temperadas, a existência de estações e, por isso, a consciencialização de diferentes

níveis de necessidade de sombra. No Inverno, em climas mais húmidos e de temperaturas que não primem por uma regularidade elevada de temperaturas extremas, a sombra das árvores pode revelar-se inoportuna. Neste caso, será necessário considerar a escolha do tipo de árvores mais adequado.

4.2.1.2 Morfologia

O estudo dos factores morfológicos, para além da consideração da *forma*, deve incluir uma análise aos aspectos relacionados com a *hipsometria* (altitude) e *declives* e *orientação das vertentes*.

A força de atrito varia com a altura, levando a intensificação do vento à medida que a altura é superior[18]. Este facto resulta, por um lado, da diminuição da densidade do ar, o que contribui para um reforço da força de gradiente. Por outro lado, esta variação em altura deve-se ainda ao enfraquecimento da força de *rozamiento* terrestre, aliás responsável pelas ligeiras modificações nas direcções dos ventos à medida que se ascende numa superfície. A partir de uma determinada altitude, aproximadamente entre os 500 e 1000 m de altura, a força de *atrito* desaparece integralmente, marcando a distinção entre os ventos de superfície mais fracos e oblíquos às isóbaras e os ventos em camadas posteriores às camadas de superfície mais fortes, os ventos geoestróficos (*fig. 23).* Tal acontece devido à diminuição da densidade do ar na subida, aumentando a força de gradiente e à redução da força de atrito terrestre (CUADRAT, 2000, p.236).

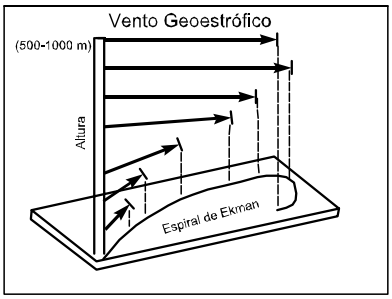


Figura 23 – Variação do vento com a altitude

Fonte: Adaptado de Barry y Chorley (1972), citado por CUADRAT (2000)

O comportamento do vento em altitude fornece uma informação importante para os planeadores do território na medida em que os pode alertar que face a diferentes patamares de intensificação do vento, dependentemente da altitude, poderá ser necessário adoptar distintas medidas de protecção ao vento. A consciência do comportamento da ventilação em altitude poderá contribuir também para a rentabilização da ventilação natural, quer para os espaços lúdicos exteriores, quer enquanto contributo de ventilação natural no interior das habitações.

As alterações do campo de vento são o resultado das diferenças de temperatura e de pressão mas também consequência da morfologia de onde ele parte. Assim, em terrenos caracterizados pela existência de vales, encostas e montanhas, é necessária a consideração da circulação de diferentes tipos de brisas, ao longo das 24 horas que compõem um dia.

Ora, as diferentes brisas dependentes da morfologia acontecem em diferentes momentos do dia, podendo o seu conhecimento constituir uma mais valia ao fornecer indicações sobre o modo como podem afectar as condições térmicas do interior das habitações que se encontram sob diferentes patamares morfológicos.

Segundo GEIGER (1990) são de referir: as *brisas de encosta* e as *brisas de topos e de vales*. As oscilações de densidade, gradiente e temperatura realizadas entre altitudes distintas ajudam-nos a compreender as circulações de ar que acontecem entre áreas de morfologia plana ou acidentadas. Estas acontecem, nomeadamente, entre vales e montanhas.

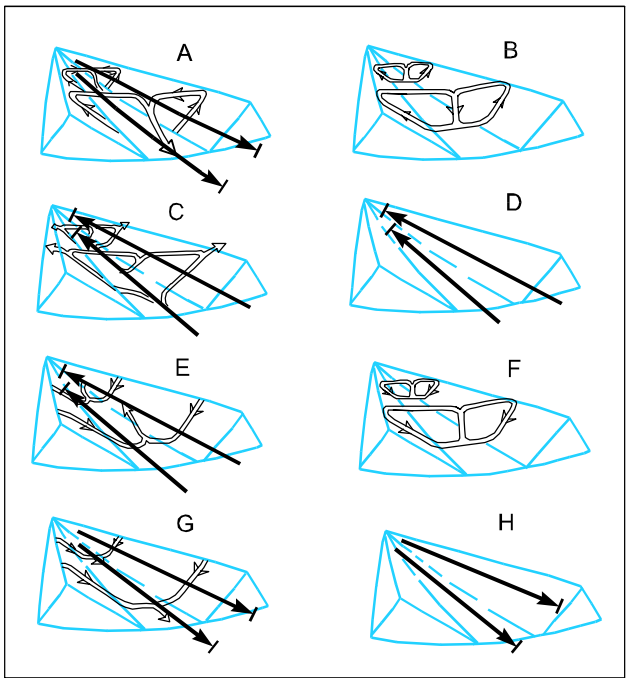
[18] A este propósito alguns estudos têm sido realizados. Mendonça et. al. (2003, p.50) citando Mascaro (1985) refere que a "topografia é uma componente do sítio que pode actuar como uma barreira e redireccionamento dos ventos". O autor, num estudo no âmbito do conforto térmico urbano aplicado ao Bairro Floresta de Belo Horizonte, ao utilizar a hipsometria como uma variável na consideração do comportamento da ventilação, atribui um valor mais elevado ás áreas cartografadas onde as altitudes são superiores, em oposição, às menores cujo valor atribuído foi inferior.

Se atendermos ao balanço de radiação solar realizado num vale, rapidamente nos apercebemos da escassa quantidade de radiação que este alcança durante o dia, sobretudo, quando o comparamos com as vertentes expostas a sul. Desta realidade resulta um gradiente de pressão propício à deslocação do ar do vale até a estas vertentes mais aquecidas, são os chamados *ventos anabáticos* que são acompanhados pela *brisa de vale* (fluxo de ar da montanha de regresso ao vale).

Durante a noite, estas vertentes sofrem um forte arrefecimento como resultado as perdas de irradiação nocturna, enquanto o gradiente de pressão estimula a circulação no sentido da montanha para o vale, auxiliado pela própria força de gravidade, dado que o ar se torna mais frio e, simultaneamente, mais denso. Este movimento de descida do ar realizado durante a noite tem por nome – *ventos catabáticos* acompanhados de brisas de montanha estabelecidas em sentido oposto, também designadas, por GEIGER (1990), dada a sua origem por «brisas dos topos».

As brisas descendentes de encosta são aquelas que se verificam durante a noite, correspondendo a um fluxo de ar frio que se vai instalar num vale ou numa superfície aplanada. Estas brisas são tanto mais fortes quanto mais marcante for o declive. Segundo um estudo realizado por RIEDEL *cit in* GEIGER (1990) sobre o comportamento do vento relativamente à encosta, foi possível compreender a relação entre a velocidade máxima do vento da encosta e a altura do vento em relação a esta.

A comparação do comportamento da velocidade das brisas ascendente e descendente permitiu compreender ainda que a primeira revela intensidades superiores, o que pode ser explicado pelo facto de a meio do dia, momento em que ela ocorre, a troca de radiação ser de maior amplitude quando comparada com a segunda, segundo GEIGER (1990, p.418).



Fonte: F. Defant, citado por Geiger (1927)

Figura 24 – Alternância das brisas de encosta e de vale

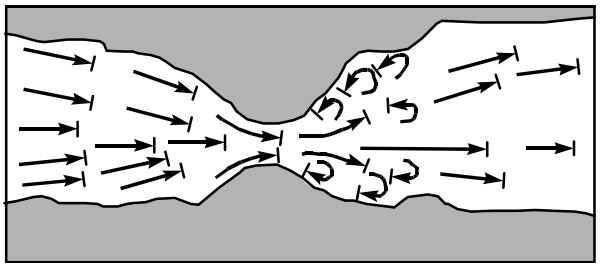
Para uma leitura mais clara do comportamento das brisas ascendentes e descendentes, associadas às brisas de vale e de montanha, DEFANT *cit in* GEIGER (1990) propõe o seguinte esquema, explicando o momento do dia em que cada uma delas se verifica, como podemos ver através da *fig. 24.*

Legenda:

A – Brisas ascendestes de encosta, antes do nascer do sol e brisas descendentes de vale
B – Brisas ascendentes de encosta durante a manhã
C – Brisas ascendentes de vale e brisas descendentes de encosta durante o meio-dia
D – Brisas ascendentes de encosta, ao final de tarde
E – Brisas descendentes de encosta e brisas ascendentes de vale, antes do pôr-do-sol
F – Brisas descendentes de encosta durante o início da noite
G – Brisas descendentes de vale e brisas descendentes de encosta durante a noite
H – Bridas descendentes de vale durante a madrugada

É ainda de assinalar, que as brisas de vale assumem uma intensidade superior às brisas de encosta. Os movimentos ascendentes da primeira são capazes de deformar árvores, assim como os seus respectivos movimentos descendentes que ocorrem durante a noite (esquema G e H) são responsáveis pelo risco da geada nocturna, segundo GEIGER (1990).

O estudo do comportamento do vento do vale não deve restringir-se aos movimentos verticais, exigindo a compreensão do comportamento horizontal, o qual se desenvolve ao longo dos seus meandros. Assim, vale a pena acrescentar que ao atravessar um vale encaixado, o comportamento do vento também é modificado, sobretudo quando ele trespassa o estrangulamento máximo do vale, registando-se a sua intensificação, bem como uma mudança na sua direcção. O vento dirige-se no sentido das suas margens e, simultaneamente, assume alguns movimentos de ascensão, ou seja, de ondulação vertical. Passada a largura mais estreita do vale, o ar torna a desacelerar e desce à sua altitude anterior, como é possível observar através da *fig. 25*.



Fonte: Triplet & Roche (1977), citados por CUADRAT (2000)

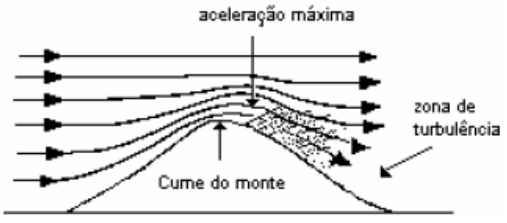
Figura 25 – Comportamento do vento ao atravessar um vale encaixado

Porém, o comportamento da circulação em altitude não se esgota nas transferências de ar entre vale e montanha, podemos ainda ressalvar o que se verifica, a *montante* e a *jusante* de uma *barreira orográfica*.

Quando um fluxo de ar à superfície encontra um obstáculo, pode assumir simultaneamente dois comportamentos, na tentativa de o superar. Um deles trata-se de uma ascensão do ar relativamente a ele, nesse sentido, estabelecem-se correntes ascendentes em vertentes expostas à circulação do ar, as chamadas vertentes a sotavento. Em contrapartida, nas vertentes protegidas conhecidas pelas vertentes a barlavento vão ocorrer movimentos descendentes. O outro comportamento do fluxo de ar poderá ser o superar o obstáculo através de aberturas laterais, implicando não um movimento vertical do ar mas antes horizontal.

O tipo de movimento vertical ou horizontal dependerá da altura do obstáculo a ultrapassar, se este apresentar uma dimensão reduzida, existe uma maior preponderância para o movimento horizontal, através do contorno do obstáculo. Se, eventualmente, este se caracterizar por amplas dimensões, então, estaremos perante uma situação de circulação em altura, ou seja, de movimentos verticais. No caso específico do obstáculo é, de facto, uma barreira orográfica com um declive superior a 40 graus, então criam-se condições ideais para os movimentos ascendentes, menos marcantes em situações de vertentes de declive acentuado.

Em situações em que o vento alcança a linha de cumeada atinge a velocidade máxima, contudo, quando este a ultrapassa tem tendência a diminuir (*fig. 26)* (SIMÕES, 1999).



Fonte: Adaptado de SIMÕES (1999)

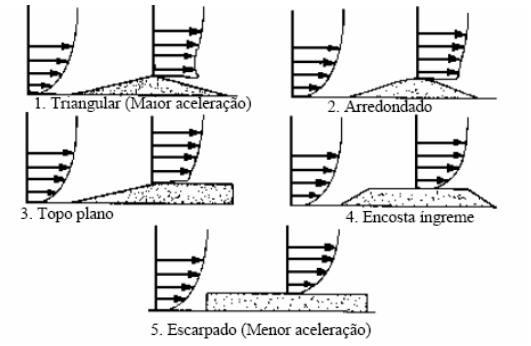
Figura 26 – Comportamento do vento ao atravessar o cume do monte

A *forma da linha de cumeada* é também um aspecto que deve ser considerado na análise do comportamento do vento atendendo à morfologia[19]. Assim, a ventilação de um determinado edifício localizado numa determinada encosta ou topo de vertente pode ser condicionada pela forma que ela apresenta. Assim, a aceleração dos ventos tende a crescer em terrenos que

[19] Num estudo sobre a localização preferencial para a instalação de um parque eólico, ESTEVES (2004) afirma que *"a forma dos montes condiciona o escoamento tornando-se num factor importante para a escolha do local"*.

apresentam uma linha de cumeada triangular, em oposição, à menor aceleração registada em terrenos planos. Este aspecto da velocidade do vento percebida atendendo à forma de relevo que caracteriza a área geográfica onde se insere um edifício, associado às condições artificiais de arejamento resultantes dos aspectos urbanísticos já existentes deverá ser considerado para que sejam tomadas as opções arquitectónicas e de construção mais adequadas ou, caso se revele preferível, a escolha de outros locais que apresentem outro tipo de condições naturais (*fig. 27)*.

As condições morfológicas parecem, assim, essenciais para o conhecimento das condições de ventilação de um edifício, pois o tipo de fluxos que nelas se desenvolvem é, entre outros aspectos, influenciado pelo tipo de formas que as condicionam. O momento em que os fluxos ocorrem pode também originar sensações de conforto muito distintas. Segundo GIVONI (1998), se a ventilação é realizada durante o dia podem produzir-se pequenos efeitos no interior de habitações protegidas da radiação solar, sendo a sua principal preocupação a de realçar o conforto dos ocupantes, sendo este tipo de ventilação designado por "Ventilação de conforto". Se a ventilação ocorrer durante a noite, no caso da construção ser mantida fechada e sem ventilação durante as horas do dia, pode fazer baixar significativamente as temperaturas interiores, sendo designada por "Ventilação nocturna".



Fonte: Adaptado de WEGLEY (1980)

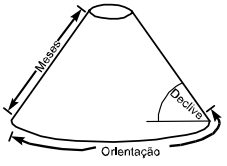
Figura 27 – Comportamento do vento atendendo à forma da linha de cumeada

Em seguida apresenta-se uma síntese do comportamento da ventilação atendendo aos factores morfológicos, revelada através do *quadro 11*.

No entanto, as diferenças altimétricas não interferem somente em termos de ventilação, elas deverão ser enquanto factor de diferenciação espacial de ganhos de radiação solar directa e de perdas de radiação difusa no território, o que importa ter presente na análise das condições naturais referentes à radiação solar de um determinado contexto espacial. Tal necessidade exige o conhecimento que a radiação solar global resulta de uma radiação directa e de uma radiação difusa onde se produzem diferenças atendendo à altitude mas que só passam a ser verdadeiramente importantes a partir dos 2000 m, GEIGER (1990).

De GEIGER (1990) foi possível perceber que "a radiação solar directa aumenta com a altitude, porque diminui a massa da atmosfera com a sua turvação e acção dispersante e absorvente". O mesmo autor acrescenta que entre os 200 e 3000 metros de altitude, a radiação directa recebida aumenta quando o céu se encontra sem nuvens, referindo que por cada 100 metros de altitude, a radiação solar directa ascende, variando em função do nível de nebulosidade. Já o comportamento da radiação difusa com a altitude é inverso, uma vez que esta em céu limpo torna-se mais fraca à medida que as altitudes são superiores pois diminui a densidade do ar responsável pela difusão. Ainda assim, é de assinalar que em situações de céu encoberto, realiza-se uma tendência de aumento da radiação difusa.

Outros factores naturais, como os *declives* e a *orientação das vertentes* assumem uma importância preponderante para o estudo das condições de radiação solar. Os *declives* constituem o ângulo de inclinação de um terreno, enquanto que a *orientação* de uma *vertente* é entendida como a direcção que tal inclinação se encontra virada.



Quadro 11 – Comportamento do vento influenciado pela morfologia

	Comportamento da ventilação
MORFOLOGIA	i) A partir de uma altitude compreendida entre os 500 e 1000 metros os ventos intensificam-se - sendo designados por *ventos geoestróficos* Ii) Os *ventos anabátivos* , de vale ascendentes durante o dia, devem ser considerados enquanto um possível contributo de reforço da ventilação de edifícios voltados na sua direcção. Ainda assim, é necessário atender ao facto da velocidade destes ventos ser capaz de deformar árvores. iii) Os *ventos catabáticos* , de montanha descendentes durante a noite, devem ser analisados atendendo às necessidades climáticas de um local. Perante um contexto de necessidade de arrefecimento prioritário, podem constituir uma forma privilegiada de aproveitamento de ventilação nocturna, caso o edifício se encontre devidamente orientado. Em contextos espaciais onde imperam as necessidades de aquecimento, o edifício deverá encontrar-se protegido em relação a estes ventos, devendo evitar-se uma respectiva orientação perpendicular ou minimizar planos de janela predominantemente horizontais. iv) Os *ventos* ao passar por um *vale encaixado* , assumem movimentos de ascensão, pelo que os edifícios localizados em encostas próximos do estrangulamento não devem ignorar esta ondulação vertical. v) As *brisas descendentes de vale* e *de encosta,* ocorridas durante a noite, são propícias à formação de geada, exigindo alguns cuidados ao nível da implantação de algumas infra-estruturas, nomeadamente, estradas. Em situações em que tal seja possível optar, as estradas devem localizar-se em encostas expostas a sul, mais soalheiras. vi) Os edifícios, infra-estruturas e equipamentos localizados numa *vertente* a *sotavento* , expostos ao vento e às chuvas orográficas deverão reforçar medidas arquitectónicas (por ex.telhados inclinados e aproveitamento de águas pluviais) e de construção que minimizem o nível de humidade (p.ex.: isolamentos reforçados, evitando pontes térmicas). vii) Nas *vertentes* a *Sotavento* protegidas ao vento), onde escasseiam os níveis de precipitação, os edifícios deverão proteger-se contra os ventos secos e quentes de verão. A ventilação privilegiada a utilizar poderá ser realizada através da ventilação do solo ou ventilação por evaporação de mosaicos de água existentes ou criados. No Inverno, a sua localização apontará para fortes necessidades de aquecimento, pelo que se recomenda uma elevada inércia térmica nos edifícios de modo a atenuar os picos de frio, constituindo esta uma solução válida para ambas as estações extremas. viii) No *cume* de uma *montanha* , os edifícios, e respectiva envolvente, serão alvo de uma intensidade máxima do vento, tanto mais acentuada quanto mais íngreme se caracterizar a sua forma. Nestas situações a prioridade de orientação é evitar a direcção predominante dos ventos. As soluções de ventilação cruzada poderão revelar-se inoportunas.

Acerca da influência dos declives em termos de radiação solar, sabe-se que *"as superfícies com maior inclinação recebem mais calor do que uma determinada superfície horizontal"*, segundo GEIGER (1990, p.382).

No entanto, o grau de inclinação de uma dada superfície não chega para explicar as diferenças de radiação total encontradas, sendo necessária a consideração de outros factores, nomeadamente, a latitude, a declinação do sol que depende da época do ano, a altura do sol (que se encontra dependente do momento do dia), bem como a *orientação da inclinação da encosta*[20].

Na exposição sul – no Inverno, nos lugares com declives até 60º, a radiação total em dias sem nebulosidade aumentava até atingir os 75º, passando a partir deste valor a reduzir ligeiramente, sendo a radiação total alcançada nos 90º semelhante à verificada com declives de 45º. No Verão, à medida que o declive aumenta, rediz a radiação total que atinge os seus máximos numa superfície plana e mínimos em terreno com inclinação de 90º. Por sua vez, uma superfície com 45º ainda recebe 80/ kcal/m2, reduzindo este valor para 64% quando atinge declives de 60º.

Nas exposições SE/ SW – No Inverno, a radiação total em kcal/m2 recebida aumenta até o terreno atingir um declive de 45º onde alcança os 43% de radiação que se mantém estável até ao momento em que os declives chegam a tingir os 90º onde

[20] Num estudo prático de grande relevância, realizado por OLGYAY, aplicado na área de Nova York-New Jersey, cidade que se encontra a uma latitude de 40º N, cuja altitude se encontra ao nível médio das águas do mar, foi realizada uma análise aos valores obtidos de radiação total em dias sem nebulosidade (bem como de radiação directa e de radiação difusa). Tal estudo permitiu verificar a relação entre o declive e as diferentes exposições, sendo esta variável ao momento do ano, sendo de assinalar, as diferenças encontradas entre as várias exposições.

totalizam os 39% de radiação total. No Verão, o crescimento dos declives é sinónimo de perda de quantidade de recepção de radiação total. O comportamento é semelhante ao que acontece na exposição virada a sul, na mesma altura do ano, com a diferença que numa superfície de 60º, estas exposições ainda conseguem alcançar 71% de radiação solar, valor superior ao observado na exposição a sul.

Nas exposições E/W – No Inverno, os valores vão reduzindo ligeiramente à medida que os declives crescem, sendo esta diferença quase imperceptível, variando entre um máximo de 24% de radiação numa superfície de inclinação nula até ao mínimo de 13% numa superfície com inclinação de 90º. No Verão, a relação entre declives e a quantidade de radiação total é semelhante aquela que se verifica para estas exposições no Inverno. Contudo, é de assinalar, uma diferença significativa entre os valores de radiação. No Verão, uma superfície plana alcança os 100% de radiação total, em oposição, ao que acontece no Inverno (24%). Também nesta época do ano, numa superfície de inclinação máxima a radiação total acolhe os 48% de radiação, em oposição, ao escasso valor de 13% conquistados no Inverno.

Nas exposições NE/NW – No Inverno, nota-se uma quebra dos valores de radiação total quanto mais elevado for o declive. Nestas exposições, a radiação solar varia entre um máximo de 24% quando o declive é nulo e um máximo muito reduzido de 4% quando o declive é máximo (90º). A relação observada entre declives e capacidade de acolhimento de radiação total é semelhante à verificada no Inverno. Porém, os seus valores são muito mais significativos nesta época do ano.

Na exposição norte – No Inverno, esta exposição numa superfície plana é muito reduzida, apresentando somente 16% de radiação total. Este valor diminui à medida que os declives se tornam mais fortes. No Verão, nesta exposição, o comportamento é tão semelhante ao registado no Inverno ainda que os valores sejam mais elevados.
Uma análise comparativa entre as oito exposições consideradas permite observar alguns pormenores que valerá a pena ter consciência quando podemos utilizar esta informação no planeamento dos usos do solo, de modo a rentabilizar as respectivas necessidades climáticas. No caso de estudo, que pretende conhecer áreas de maior ou menor conforto térmico no interior de habitações dependentes das condições exteriores, é fundamental realçar esta relação entre exposições e declives.

A observação da *tabela A*, em apêndice, que permite observar alguns aspectos que se realçam no *quadro 12*:

Quadro 12 – Comportamento da radiação solar influenciada pela morfologia

	Comportamento da Radiação Solar
MORFOLOGIA	i) No Inverno, a exposição que recebe sempre maior radiação total, independentemente, do declive é a exposição sul. ii) A exposição norte é aquela que adquire a maior quantidade de Kcal/m2, quer no Verão, quer no Inverno, para qualquer que seja o declive do terreno. iii) Nalgumas inclinações durante o Verão, a exposição sul não é máxima, sendo substituída pelas exposições voltadas a SE e SW, nomeadamente, quando: - o declive é de 10º , estas exposições atingem os 100% de radiação total - o declive é de 20º, revelando estas exposições um total de 98% de radiação total, valor igual aquele que se verifica na exposição sul - o declive é de 30º, alcançando estas exposições o valor recordista de 93% de radiação total - o declive é de 40º, superfícies capazes de acolher 83% de radiação solar total iv) O total de radiação total em superfícies planas varia em função do momento do ano, com máximos alcançados no Verão, uma vez que tal estudo foi realizado no Hemisfério Norte. v) Em terrenos que apresentem declives de 10º o total de radiação, no Inverno, é máximo na exposição sul (32%) e mínimo na exposição a norte (16%). No solstício de Junho, o valor máximo verifica-se nas exposições viradas a SE ou SW, enquanto o valor mais reduzido pode ser encontrado na exposição virada a norte (96%). vi) Em áreas de declives com 20º, a exposição a sul mostra uma posição de privilégio na recepção de radiação total, alcançando 40% de radiação, em oposição, aos escassos 8% de radiação que se verifica nas exposições a norte, no solstício de Dezembro.

As diferenças espaciais encontradas relativamente à radiação solar, atendendo à diversidade de exposições serão úteis para conceber as mesmas ao nível da humidade existente. Parece lógico que as exposições privilegiadas na recepção de radiação solar serão também as menos húmidas, não sendo, portanto, de admirar que GEIGER (1990) nos apresente a exposição norte como sendo a mais húmida.

Um outro elemento climático deve ser lembrado pelas alterações que sofre em altitude, destaque para a temperatura de um determinado local, onde "*por cada 100 m de altitude, a temperatura decresce 1º C"* (GOLANY, 1996, p.456). Este factor merece uma importância especial, por parte dos agentes do território, planeadores e construtores, sendo de ressalvar um investimento em medidas concretas de reforço de necessidades de aquecimento, nomeadamente, em termos de edificação.

4.2.1.3. Distância ao mar e rio

A relação que se estabelece entre temperatura e densidade explica claramente a importância do factor continentalidade (entendo este factor como a influência da maior ou menor proximidade ao mar no clima de um determinado local), na caracterização de um determinado clima local. O ar marítimo mais frio e mais denso durante o dia dirige-se até à superfície terrestre, após o nascer do sol, alcançando esta *brisa marítima* a sua intensidade máxima em horas centrais do dia. Quando o sol se ausenta no horizonte, o fenómeno passa a ser inverso, passando a circulação do ar a realizar-se a partir da superfície terrestre com temperaturas mais reduzidas em relação aquelas que são registadas no mar, sendo esta apelidada pela *brisa terrestre* que atinge o seu auge um pouco antes de amanhecer.

Assim, os fenómenos térmicos de escala são também eles responsáveis pelas variações isobáricas que ocorrem à escala local. O comportamento térmico de uma superfície líquida é substancialmente distinto de uma superfície sólida, onde sobressaem as diferenças de acumulação de calor e, simultaneamente, de reflexão do mesmo. Perante este facto, as condições de aquecimento da terra são superiores às das condições do mar, durante o dia, em que o sol irradia, contudo, à noite as perdas terrestres são muito mais rápidas do que as marítimas. O mesmo será dizer, que durante o dia a terra tem uma capacidade superior de acumulação da energia solar, em contrapartida, à medida que o sol desaparece no horizonte, dá lugar a uma transferência mais célere desta mesma energia para a atmosfera quando comparada com o mar. Ora, estas diferenças térmicas, como sabemos, estão na base de diferenças na densidade do ar, uma vez que o ar frio é mais denso, ao contrário, do ar quente mais leve, originando circulações térmicas do ar.

Segundo DIAS (2000, p.303), a acção moderadora do mar origina uma distância sensivelmente paralela à linha de costa, reduzindo a intensidade das anomalias térmicas à medida que nos afastamos do oceano.

No entanto, a influência de massas de ar e, respectivos impactes térmicos, deverá também ser alargada a cursos de água à superfície, nomeadamente, cursos de água com um caudal significativo, como é, por exemplo, o Rio Douro. DIAS (2000) ao estudar o clima urbano de Matosinhos, afirma que o rio associado ao rumo de ventos N/NE funciona como um corredor de ar frio, originando temperaturas mais reduzidas na sua envolvente, acrescentando ainda que quando os ventos sopram de sul e sudoeste a sua presença é antes de mais moderadora.

Face ao exposto, poderemos compreender *"os ventos locais como o resultado de diferenças térmicas, que são todos os dias distintas, e estabelecem gradientes de pressão locais (ventos vale-montanha e brisas terra-mar), ou devido ao efeito de barreira orográfica sobre um fluxo de ar que a atravessa"* (BARRY & CHORLEY, 1999, pág.124).

4.2.2. Condicionantes Urbanísticas

"A diferenciação de formas físicas no interior da cidade, orientações, alturas, composições, aglomerados de construções, densidade construtiva, proximidade ao centro ou áreas mais periféricas, a intensidade das actividades humanas constituem um mosaico de situações responsáveis por uma diversidade de condições microclimáticas distintas. Consequentemente, cada parte da cidade difere, em termos de desempenho térmico, das restantes partes". (GOLANY, 1996, p.461).

Por esse motivo, uma das importantes escalas que devem ser consideradas no planeamento urbano, após o reconhecimento das condições naturais à escala local, é a escala micro-climática. Qualquer acção concretizada pelo planeamento urbano como sendo um edifício que se ergue no horizonte, a definição de um traçado viário, ou mesmo a escolha de um uso de solo, entre outros aspectos, não deve ignorar as suas condições climáticas. Por vezes, é necessário considerar as pré-existências e a forma como elas as condicionam, outras vezes a realidade tem um ponto de partida possuindo, simplesmente, como suporte as condições naturais.

Um estudioso muito importante em matéria de clima Urbano, OKE (1987) distingue a existências de duas camadas na atmosfera urbana, sendo a camada mais próximo ao solo aquela que possui especial interesse para a compreensão entre as relações estabelecidas entre paisagem urbana e clima.

A primeira camada é aquela que nos interessa para o estudo das condições climáticas a serem integradas no planeamento urbano, sendo definida como a zona entre o solo e, aproximadamente, a altura dos telhados dos edifícios. No seu interior poder-se-á incluir a rugosidade dos próprios edifícios, ou seja, a diferença de altura entre eles. Esta camada é *"a unidade do "canyon Urbano" constituída pelas paredes entre os edifícios adjacentes e pelo solo entre eles, em geral a rua"* (BALKESTAHL, 2005, p. iv.28). Neste nível da atmosfera os movimentos do ar são muito complexos, variando entre fluxos turbulentos realizados, por exemplo, na proximidade de edifícios de elevada altura até a uma diversidade de movimentos do ar resultante de diferentes geometrias do desenho urbano ou relação da rua com o edifício, como veremos mais adiante.

A segunda camada, a Boundary Layer, diz respeito à camada que se localiza acima da primeira, já referida, sendo os seus limites variáveis, em função do momento do dia. Durante a noite pode alcançar os 100-200 metros e durante o dia atingir uma distância de 1,5 km, segundo OKE (1987).

4.2.2.1 Relação da vegetação com o espaço público

Na tentativa de compreender a importância de árvores em avenidas *canyon,* segundo MAYER *cit in* WORLD HEALTH ORGANIZATION (2003), realizou-se em 1985 uma experiência em Munique, comparando avenidas *canyon* com e sem árvores. Os resultados revelaram que as árvores tinham: tido um efeito na temperatura do ar na superfície do solo até 1,10 metros; provocado um efeito significativo da temperatura média radiante, sendo o seu máximo de 28º C; reduzido o PMV de 3,5 a 1,5; reduzido a temperatura equivalente fisiológica de 46º C para 31º C, reduzindo o stress térmico devido ao calor em 40%. OKE (1987) explica que o ganho de calor através das ruas em *canyon* é particularmente largo, uma vez que as árvores recebem a energia da radiação solar, uma elevada quantidade de energia de pequenas ondas resultantes da irradiação das paredes canyon e do chão, assim como também proveitos de energia de ondas de grande comprimento provenientes das superfícies construídas. Assim, as diferentes formas de calor são dissipadas pelas árvores através da evapotranspiração e por trocas de calor por convecção e sensível com o ar das ruas. É de salientar, que estas trocas de calor sensível e latente dependem das exigências hídricas das árvores e, sendo variáveis ao longo do dia e das estações do ano.

Vários estudos sustentam a importância da relação entre vegetação e espaço público. PICOT (2004) tentou compreender o impacto do crescimento da vegetação no conforto térmico de espaços verdes, em Milão. MASMOUDI & all. (2004) dedicaram-se a compreender a importância da massa vegetal na regulação térmica do clima urbano em cidades de clima árido. SHASHUA-BAR & all. (2000) estudaram a vegetação como uma componente climática no desenho das avenidas urbanas, através da aplicação de um modelo empírico para predizer o efeito de arrefecimento de áreas urbanas com árvores. GÓMEZ & all. (2001) apresentaram uma metodologia para verificar o papel das áreas verdes no conforto da cidade de Valência, uma cidade tipicamente Mediterrânea. HERZ (1988) refere o importante contributo, em termos de sombra e de arrefecimento do ambiente, das áreas verdes nas cidades do Sahara, a propósito dos factores climáticos que devem ser incorporados no planeamento do uso do solo. PRESSMAN (1988) num estudo sobre as respostas das cidades que são afectadas por Invernos rígidos, como é o caso do Canadá, inclui como um dos princípios de controlo climático a presença de árvores coníferas que permitem sombra no Verão e a penetração do sol no Inverno.
A importância da vegetação nos espaços públicos, nomeadamente, em ruas, praças, jardins públicos, parques ou simplesmente em espaços residuais da cidade, como sejam baldios, pode ser entendida pelo seu papel, ao nível:

i) Da redução da temperatura sobre a superfície adjacente em dias ensolarados de verão que segundo OLGYAY (1998) pode variar entre 5º a 7º C em relação à superfície construída. Tal diminuição é o resultado de um menor albedo da vegetação comparativamente aos materiais de pavimentação. *"A relva pode também eliminar o ofuscamento, reduzir o pó e o rumor"* (AMORIM, 1998, p.53).

ii) Do efeito da sua área de influência, uma vez que alguns estudos realizados demonstram um alcance significativo da sensação de frescura, em termos de distância, a partir de um jardim. KUTTLER (1988), em Berlim observou que num jardim com cerca de 30 ha, a mesma temperatura do ar foi sentida até a uma distância que variável entre 150 a 600 metros. O mesmo estudo refere que com um espaço verde com uma dimensão de 212 há a influência pode ser sentida até a uma distância de 900 metros.

iii) Do duplo mecanismo termorregulador da sombra que, por um lado, permite a retenção da humidade contida no ar das épocas secas sendo, por isso, um importante meio de arrefecer os contextos urbanos onde normalmente se verificam as «Ilhas de calor Urbano». A este propósito convém sublinhar também a vantagem da utilização, por exemplo, de relva relativamente a soluções pavimentadas por asfalto responsáveis por uma irradiação superior do calor armazenado para o ambiente, segundo ROMERO (1988). Por outro lado, a presença de vegetação, nomeadamente, de árvores ao funcionar como uma interposição física à radiação solar, protege os transeuntes.

iv) Da protecção contra ventos indesejáveis, capaz de funcionar como barreiras vegetais que permitam diminuir o vento nas zonas localizadas próximo do solo. HIGUERAS (1997) suporta a ideia que as árvores constituem uma espécie de barreira preferencial contra o vento, uma vez que a descontinuidade dos seus ramos e das suas folhas não criam efeitos de turbulência, através do desvio abrupto que provocam, pelo contrário, conseguem absorvê-los, fazendo-os desaparecer. As filas de árvores têm a capacidade de criar protecções de, aproximadamente 15 vezes a altura da construção que rodeiam, assim como de reduzir em 50% a velocidade do vento nas casas protegidas desta maneira, segundo medições feitas nos Estados Unidos, segundo AMORIM (1998). Para ROMERO (1998) a solução das espécies pode ser importante na medida em que as barreiras de vegetação podem dar origem a resultados diferentes e, nem sempre reduzir o vento. HIGUERAS (1997) acrescenta a este propósito que as espécies de folha perene como, por exemplo, o Abeto, o Álamo Negro, o Cedro, o Eucalipto, o Pinheiro, entre outras são preferíveis quando a função de protecção ao vento é uma necessidade que se estende a todo o ano. A escolha das

árvores de folha perene enquanto protecção ao vento são também mencionadas por TOJO que acrescenta que *"as barreiras vegetais podem chegar a conseguir reduções até cerca de 50% da velocidade do vento até a uma distância de 13 vezes a sua altura"* (TOJO, 1990, p.136).

V) Do contributo atenuante em termos de redução de ruído, "*sendo as árvores de folha perene capazes de reduzir numa frequência de 1000 HERPZ, 17 dB por cada 100 metros lineares de vegetação, enquanto as árvores de folha caduca só o conseguem realizar em cerca de 9dB"*. (HIGUERAS, 1997). Embora este contributo desempenhe uma função de protecção sonora deverá ser considerado no momento dos técnicos de planeamento urbano necessitarem sobre o que é mais importante para o seu território, se primar por uma opção que privilegie um determinado tipo de necessidades climáticas ou antes evite as perturbações causadas pelo ruído.

4.2.2.2 Orientação das ruas

"A orientação das ruas pode afectar o clima urbano de várias formas, nomeadamente, através das condições de ventilação que elas propiciam, do sol e da sombra nas ruas e nos passeios, pela via da exposição solar dos edifícios perante a sua posição relativamente à rua, bem como pelo potencial de ventilação das construções face à rua", segundo GIVONI (1998, p.288).

A orientação das ruas de *direcção Norte-Sul* permite que ambos os lados das ruas recebam o mesmo número de horas de sol. Contudo, um aspecto importante deve ser considerado na concepção dos passeios das referidas ruas, sendo de destacar o momento do dia em que cada lado recebe o sol, atendendo a que a fachada virada a leste recebe o sol durante a manhã, enquanto a fachada virada a oeste durante a tarde. Ora, uma vez que os períodos de maior máximo térmico acontecem durante a tarde, em caso de construção de um só passeio numa rua com esta orientação, este deveria ser colocado na fachada voltada a leste, permitindo o usufruto de sombra durante a tarde.

As ruas com uma orientação *Este-Oeste* possuem uma particularidade muito interessante enquanto resultado das duas orientações de extremos que permitem. Por um lado é possível caminhar do lado da rua virado para sul, sendo este bastante confortável, do ponto de vista térmico, na época do Inverno ou em dias de frio, dado ser a exposição que maximiza o número de horas de sol na época de menor radiação solar. Por outro lado, esta orientação de rua permite ainda gozar de sombra do lado exposto a norte, nos dias quentes de verão, sobretudo, quando a temperatura ascende ao seu máximo durante a tarde. TOJO (1990) refere que em climas extremos como o Espanhol, esta direcção de rua é preferencial relativamente às restantes.

Contudo, no território é possível encontrar-se *direcções intermédias*, nomeadamente NW-SE e NE-SW, aproximando-se mais da direcção N-S ou da direcção E-W, podendo estas apresentar uma mistura de características das anteriores direcções. No entanto, se recordarmos as lições de GEIGER (1990) a propósito das diferenças encontradas entre as exposições SW e SE, poderemos transportar para este ponto a simetria do comportamento da radiação solar sem esquecer as desigualdades dessa radiação, em termos de temperatura. Assim, um lado de rua voltado a SW poderá ser no verão, a pior escolha para um transeunte (*fig. 28*).

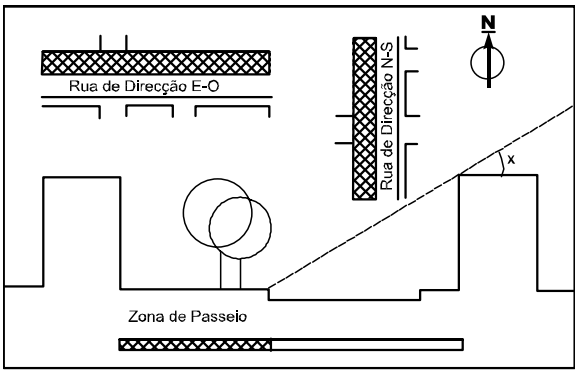


Figura 28 – Influência da orientação das ruas na captação da radiação solar

No que diz respeito à definição de um traçado de uma rua é necessário ainda ter presente a direcção predominante dos ventos, por exemplo, o seu comportamento sazonal, bem como as velocidades médias e máximas que elas atingem. Assim, em áreas definidas na meso-escala como sendo ventosas, dadas as suas características naturais, nomeadamente, a sua altitude e morfologia, a escolha da orientação não deve coincidir com a orientação predominante dos ventos. O contrário, também poderá ser aplicado às áreas que à partida são tidas como pior ventiladas.

SHASHUA-BAR et al. (2003) refere que num estudo realizado em Tel-Aviv que visava comparar a temperatura resultante numa rua com um eixo orientado norte-sul e noutra orientada oeste-este, possuindo ambas a mesma geometria de rua (largura da rua igual a 40 metros e altura média dos edifícios de 12 m) os resultados introduziriam um dado novo. O efeito de arrefecimento não fora muito significativo devido à orientação, uma vez que tal efeito fora minimizado pela presença de árvores ao longo de uma faixa mediana de 12 metros de árvores em ambas as ruas.

Deste modo, apesar das diferenças em termos de radiação solar serem diferentes, em ruas com orientações distintas, a influência na temperatura resultante deverá ser explicada pela presença e densidade de vegetação.

4.2.2.3 Geometria do espaço público

A razão entre largura das ruas e altura média das edificações pode ser entendida como uma espécie de elaboração de um perfil urbano, aplicado a uma determinada rua, permitindo compreender diferentes níveis de recepção de energia incidente e, simultaneamente, a variedade de formas de sombra que a massa edificada pode produzir.

O quociente entre altura média dos edifícios de uma rua (H) e a sua largura (W) constitui um outro aspecto importante a considerar no estudo dos efeitos urbanísticos e das condições naturais. Esta relação é determinada pelo ângulo de obstrução solar (*fig. 29*), podendo este ser determinado pela seguinte fórmula:

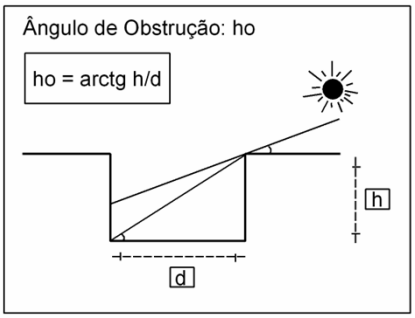


Figura 29 – Ângulo de obstrução solar resultante da geometria do espaço público

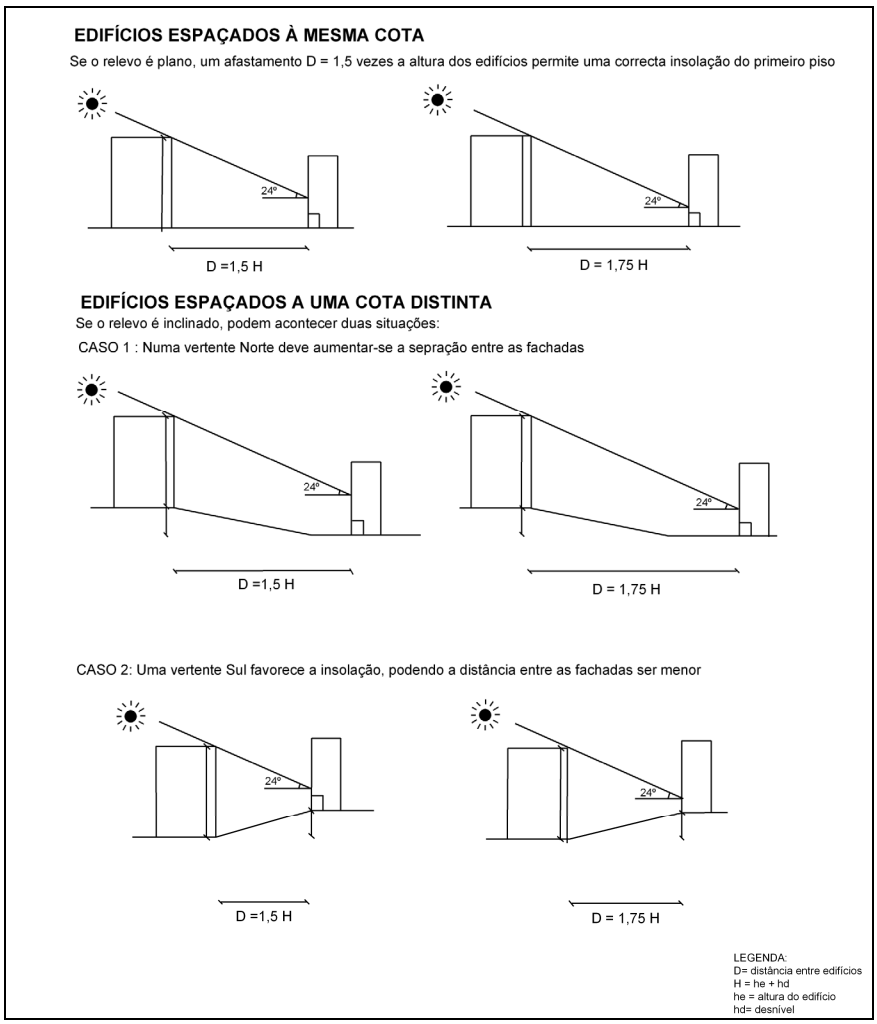
Segundo HIGUERAS (2006) a distância mínima, considerada por significativos textos e regulamentos, é aquela em que o espaçamento entre edifícios é semelhante à altura do edifício, o que é equivalente afirmar que o ângulo formado pela cota de soleira de um edifício e a altura máxima do outro é igual a 45º. Contudo, em determinadas latitudes, nomeadamente, no intervalo que compreende a latitude portuguesa, a altura do sol, no Solstício de Inverno, é bastante mais reduzida que o referido ângulo, o que significa que em determinadas alturas do ano o piso terreno e primeiros pisos podem não chegar a ser alvo da energia solar incidente.

HIGUERAS (2006), a propósito da relação entre espaçamento entre edifícios atendendo à sua altura, incorpora ainda a influência da morfologia enquanto obstáculo à recepção da radiação incidente no edifício, realizando uma possível distinção: i) a possibilidade dos edifícios se encontrarem afastados à mesma cota, salientando que "se o relevo for plano, um afastamento entre edifícios 1,5 vezes a altura do edifício será suficiente para permitir uma correcta insolação do primeiro piso"; ii) a hipótese dos edifícios se encontrarem espaçados a uma cota distinta, o que deverá integrar o conhecimento da exposição da vertente. Segundo a autora, no caso de se tratar de uma vertente virada a norte, onde o alcance da radiação solar é mínimo, dever-se-á optar por um aumento entre o espaçamento entre os edifícios, em consequência da obstrução já criada pelo relevo. Se, em oposição, a vertente se encontrar exposta a sul, então a distância entre edifícios poderá ser menor, uma vez que a própria exposição favorece a obtenção da radiação solar (*fig. 30*).

Um outro pormenor a assinalar, neste contexto, reside na necessidade de relembrar a conveniência de se evitar obstruções artificiais resultantes da construção ou da própria plantação de vegetação, perante uma morfologia responsável pela criação de obstáculos à radiação solar incidente nos edifícios.

HIGUERAS (1997) na sua proposta de ordenamento baseada em critérios ambientais (*fig.30*) - apresenta algumas recomendações sobre o número máximo de pisos que devem ser erguidos no momento da edificação, atendendo a uma adequada relação entre largura das ruas e altura dos edifícios. Por outras palavras, atendendo ao comportamento do sol e às obstrucções solares aconselha uma edificabilidade máxima atendendo à altura do sol, no Solstício de Inverno, de modo que todas as fachadas principais dos edifícios o possam receber. Assim, o pressuposto por ele baseado residiu no estudo do comportamento da insolação durante o Inverno, limitando a altura do edifício até ao momento a partir do qual os pisos mais baixos do edifício em frente pudessem ser alvo de radiação solar. Este aspecto pode tornar-se importante, enquanto orientação para situações em que a largura e a orientação da rua já se encontram plenamente definidas, nomeadamente, em contextos climáticos onde o Inverno constitui uma estação bastante rigorosa, do ponto de vista das temperaturas reduzidas.

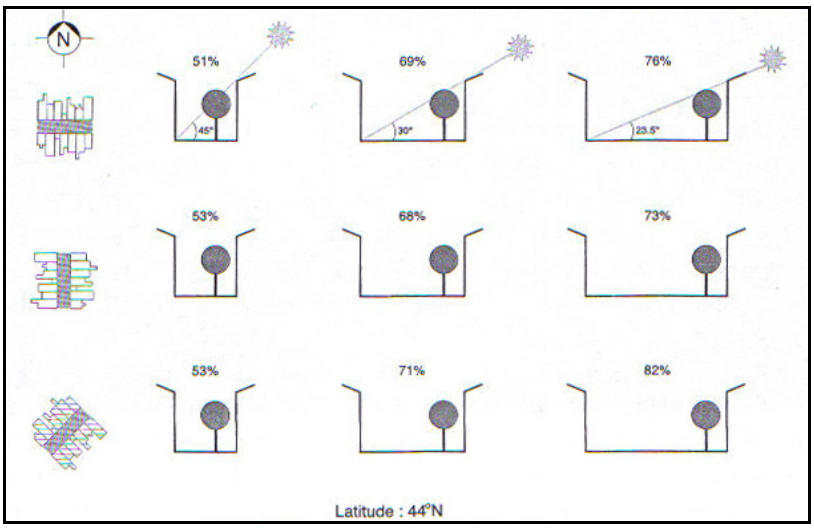
No entanto, na definição de espaços de raiz, por exemplo, de loteamentos, a orientação pode interferir na escolha mais ou menos afastada dos edifícios.



Fonte: Adaptado de HIGUERAS (2006)

Figura 30 – Obstrução solar resultante das condições morfológicas

A *fig. 31* representa as diferenças de quantitativos de radiação solar directa atendendo à relação entre largura de edifícios. Como já foi possível compreender, quanto maior a largura e menor o ângulo realizado entre edifício e altura do sol (não sendo considerado o momento do ano), superiores serão os valores de radiação directa alcançada, ou seja, o nível de obstrução solar será menor. Todavia, um outro aspecto curioso e passível de ser observado reside nas ligeiras diferenças de radiação, para uma mesma largura de rua em que um determinado edifício se encontra, resultantes da variedade de orientações que esta pode assumir. Sob uma orientação de rua oeste-este, com um ângulo de 45º, verificaram-se valores mínimos (51%), ao contrário de uma orientação sudoeste-nordeste, com um ângulo de 23,5º (82%), cujos valores de radiação atingiram valores máximos.



Fonte: COMISSÃO EUROPEIA et. all, 2001, p.49

Figura 31 – Obstrução solar resultante da geometria e orientação das ruas

Mas o que parece mais curioso observar são as diferenças verificadas para o mesmo ângulo de 45º em que a orientação de rua no eixo oeste-este retém os valores mínimos de radiação solar no piso inferior. Será, certamente, por isso, que HIGUERAS (2006) para além de defender uma relação geométrica capaz de permitir a radiação solar nos pisos inferiores (D=1,5 H em locais sem relevo), apresenta situações díspares atendendo ao tipo de eixo da própria rua. A autora defende que os eixos de rua oeste-este devem apresentar a seguinte relação: d=2H, o que em termos práticos obedecerá a um ângulo máximo de obstrução de 27º, em oposição, ao de 35º proferido para uma rua orientada no eixo norte-sul.

As opções de maximização e minimização da radiação solar atendendo à orientação e largura das ruas são várias sendo, necessário o conhecimento das necessidades bioclimáticas de um território para que as opções a este nível possam ser as mais ajustadas.

Em contextos climáticos onde as necessidades bioclimáticas são caracterizadas por uma proporção significativa de tempo onde impera uma sensação de frio, é estritamente importante evitar a obstrução solar. Perante tal cenário, torna-se conveniente evitar que os edifícios de proximidade ensombrem as áreas de captação solar. Em contrapartida, em contextos de fortes necessidades de sombra a proximidade entre edifícios poderá ser vantajosa uma vez que permite retirar partido da sombra produzida pelas paredes.

Não é por acaso que, em climas quentes e secos como é o caso da Zona do Sahara, a relação entre a altura e a largura é cerca de 0,1 a 0,3[21]. As ruas mais estreitas, normalmente, não ultrapassam os 10 a 15 metros e as mais largas oscilam entre uma largura de 20 a 30 metros. O motivo pelo qual o espaço público é caracterizado por uma geometria compacta não se restringe a questões culturais e religiosas mas atende ao facto das avenidas largas possuírem pouca protecção contra o vento e o calor. As ruas mais estreitas, por um lado, contribuem para obstruir o ângulo da radiação solar. Por outro lado, estas ruas permitem a realização de sombra através das paredes das edificações que nela se localizam. Além disso, perante artérias estreitas a passagem dos ventos será dificultada.

[21] Este índice é calculado segundo a proposta de OKE (1988) para o estudo das condições térmicas e de ventilação, segundo uma fórmula simples de H/W, em que H corresponde à altura média dos edifícios e W à largura da rua, não sendo aplicado o cálculo de obstrução solar.

Para SOUZA et al. (2003,p.670) a relação entre largura e altura dos edifícios constitui uma *"relação usualmente aplicada para o cálculo de fluxos de ar, efeitos térmicos e acesso solar*", tendo sido já utilizada por diferentes autores, nomeadamente, por OKE (1981 e 1988), Barlow & Belcher (2001), Copalle & Abart (2001).
A este propósito, OKE num estudo sobre taxas para uma hipotética cidade localizada em latitudes médias, refere que um compromisso aceitável entre critérios térmicos e de poluição deveria encontrar-se definida entre o intervalo de 0,4 <H/W> 0,6.

Assim sendo, a relação entre largura da rua e altura dos edifícios deve atender aos impactes da ventilação, sendo que quanto maior este índice piores serão as condições de arejamento da respectiva rua.

4.2.2.4 Sky View Factor

Outro parâmetro à semelhança do anterior que não deve ser dispensado quando o objectivo consiste num esforço de conhecimento do nível de obstrução solar de um determinado ponto de uma dado lugar é o *Sky View Factor* (*fig. 32*), podendo este ser designado como um Índice de céu visível ou, de um modo mais simplificado, como um nível de obstrução solar. Esta obstrução consiste no *"ângulo formado por duas rectas procedentes do centro da rua em direcção ao ponto mais elevado das paredes dos edifícios adjacentes*" (SOUZA, 2004).

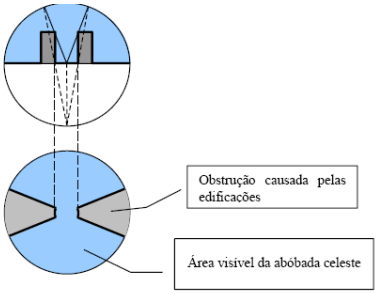


Figura 32 – Representação gráfica do Sky View Factor

Assim, o SVF constitui a razão entre o céu visível num determinado local e o máximo possível, num local sem obstáculos, podendo variar entre 0 e 1. Quanto maior for o seu resultado, ou seja, quanto mais elevado se apresentar a abertura ao céu, superior será a irradiação para o exterior. O mesmo será dizer citando BALKESTAHL (2005, p.iv.28), quando se refere à Teoria de OKE, "que quanto menor for a parte de céu visível, tanto mais dificultada será a saída de irradiação de grande comprimento de onda emitida pelos raios inferiores do *canyon urbano* para a atmosfera".

Desta última afirmação ressalta a ideia da utilização deste índice para os estudos de clima urbano, uma vez que podem constituir um importante indicador da intensidade da «ilha de calor urbana» de uma determinada cidade perante a malha urbana que a caracteriza nesse ponto. Os obstáculos existentes num traçado urbano podem, portanto, ser responsáveis pelo fornecimento de energia de grande comprimento de onda. Deste modo, o cálculo do SVF pode por exemplo, ser realizado na parte central de uma rua ou numa praça quando os obstáculos se tratam de edificações (*fig. 33)*.

Figura 33 – Representação fotográfica do Sky View Factor

Contudo, esta prática de medição da parte de céu visível numa determinada coordenada pode ser alargada a outros contextos não urbanos, se o desejo for conhecer o nível de obstrução solar realizado por duas vertentes no caso de a medição ser realizada num vale.

4.2.2.5 Densidade do desenho urbano

A densidade de ocupação pode ser entendida como a relação entre o número de edifícios construídos e a área total onde eles se encontram instalados. A densidade é um factor que pode ser considerado a diferentes escalas, sendo possível, por exemplo, quantificar a densidade por concelho, freguesias ou subsecções. Contudo, para o estudo das condições energéticas ou de arejamento de um determinado edifício ou de uma rua é conveniente pormenorizar ao máximo a unidade espacial considerada, podendo ser a escala da subsecção uma unidade preferencial.

Segundo SERRA (1989) a maior ou menor densidade de um local poderá revestir-se numa variedade das condições do ambiente natural, referindo que os locais de densidade superior tenderão a apresentar menores capacidades de ventilação, assim como revelarão inferiores ganhos solares. O mesmo autor, citado por AMORIM (1998) distingue três níveis de densidade atribuindo-lhes características distintas. Os locais de densidade média são classificados, pelo autor, como áreas de fraca estabilidade térmica, mas com uma iluminação e ventilação elevadas. As áreas eleitas como possuidoras de uma média estabilidade térmica, uma boa ventilação e iluminação são as típicas *cidade-jardim*[22]. Por último, acrescenta que exemplos de lugares com uma boa troca energética, de ventilação e iluminação são os campos abertos.

Ainda assim, apesar da densidade de construção ser responsável pelo impedimento de energia solar directa deve atender-se ao facto que os seus valores mais elevados representam áreas onde, em princípio, serão palco de fluxos de pessoas e actividades económicas mais intensos, acentuando os processos de calor artificial. Lombardo (1995) *cit in* Souza (2004) enquanto preconizador de um estudo de clima urbano que associou os valores mais elevados da temperatura da cidade às áreas de maiores densidades de população na cidade de S. Paulo.

A propósito desta variável é pertinente referir as diferenças de densidade e forma recomendadas por ROMERO e OLGYAY atendendo aos diferentes climas, uma vez que consideram a necessidade de uma planta urbana variar de densidades atendendo às várias condições climáticas possíveis.

Para um clima *quente-seco*, a autora defende que a forma deve ser compacta de modo a permitir uma exposição mínima das superfícies à radiação solar, assim como a minimizar a ventilação. E embora este último pormenor, pareça aparentemente um paradoxo, uma vez que a ventilação é um factor importante nos climas onde as temperaturas são elevadas, neste caso, o motivo reside no facto dos ventos serem também eles quentes favorecendo a sensação de calor. Neste tipo de clima é comum que as vivendas unifamiliares organizem-se em redor de um pátio interior que muitas das vezes constitui uma espécie de um "poço refrescante", encontrando-se juntas umas às outras, como já foi referido. Não é, portanto, de estranhar que o modelo de povoamento na Zona do Sahara seja concêntrico. Aliás, é realizado um esforço de reduzir as distâncias entre as comunicações internas, localizando centros de actividade local das habitações, atendendo às condições térmicas extremas que a sua população tem de enfrentar para satisfazer as necessidades diárias.

Nos climas *quente e húmidos* as recomendações realizadas por ROMERO, no que diz respeito à densidade de construção, passam pela criação de formas abertas, sombreadas, devendo ser a forma dos lotes ser mais larga do que comprida para que se possa aproveitar o máximo de ventilação produzida pelas ruas. Neste tipo de climas a trama deve primar por uma liberdade no seu desenho e por um carácter de dispersão para que o movimento do ar na envolvente dos edifícios associado ao papel de evapotranspiração das árvores plantadas entre si, possa potenciar a sensação de arrefecimento necessária.

[22] Sistema de pequenas cidades de 30 000 habitantes, agrupadas em volta de um núcleo central de 50 000 (…) em que cada núcleo possuiria uma estrutura verde concêntrica, composta pelo parque central, por uma grande avenida arborizada e pelos jardins privados das áreas residenciais (MADUREIRA, 2001, p.152).

Para as regiões de *Clima Tropical de Altitude* ou *Ameno dos Planaltos*, as sugestões são, no sentido de um tecido urbano compacto capaz de proteger a radiação excessiva diurna, bem como atenuar as perdas nocturnas.

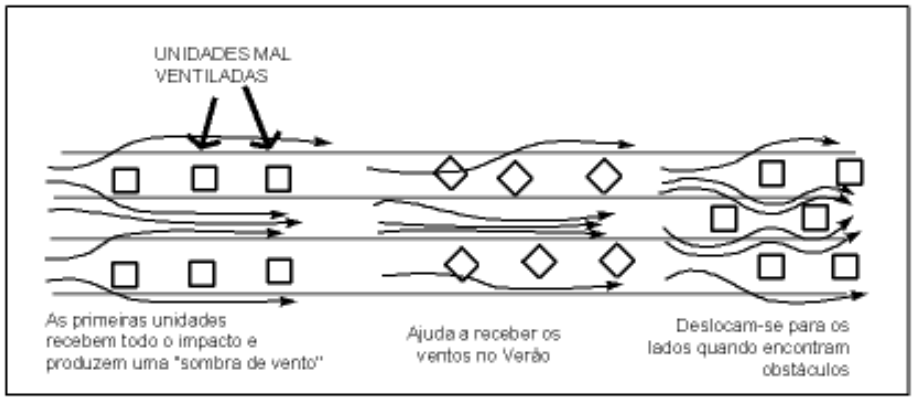
Para as *Zonas Temperadas* nota que de um modo espontâneo nestas cidades, existe uma tendência para uma maior promiscuidade entre edifícios e natureza, sendo o desenho mais livre, afirmando que *"a estrutura urbana aproveita as possibilidades de traçado livre"* (OLGYAY, 1998, p.91).

Para *Ambientes Frios*, os edifícios deverão agrupar-se em grandes unidades, privilegiando a construção em altura mas sem negligenciar espaço livre entre eles, de modo a beneficiarem da exposição solar. No caso, dos edifícios se tratarem de vivendas, segundo o autor, a tendência deverá ser a de compactação de umas em relação às outras, para que elas possam diminuir as perdas de calor obtido. De um modo geral, ainda que a tipologia utilizada possa implicar soluções espaciais distintas, a planta nestes climas deve ser densa.

4.2.2.6 Porosidade

A reflexão sobre os níveis de densidade e os seus efeitos ao nível da ventilação, da humidade e de trocas energéticas podem ser percebidos como o grau de porosidade existente entre o tecido urbano. Embora seja possível a distinção entre densidade e porosidade, sendo a primeira uma razão entre o tecido construído e a área onde ele se encontra inserido e, a segunda, o espaçamento entre diferentes edifícios. Por outras palavras é possível identificar a porosidade como a maior ou menor permeabilidade de uma estrutura urbana à passagem dos ventos.

Quando a lógica de organização dos edifícios é de espaçamento entre eles, existirá sempre, pelo menos alguma porosidade que dependerá da distância entre eles. Esta porosidade pode favorecer a ventilação do edifício. Contudo, a posição deste em relação à rua poderá melhorar ou piorar as ditas condições. Por exemplo, numa rua a favor dos ventos predominantes as primeiras unidades de construção serão privilegiadas no que diz respeito à sua capacidade de aproveitamento dos ventos. Em contrapartida, as construções que lhes são subsequentes ficarão prejudicadas, podendo ser considerados edifícios que reúnem condições de fraca ventilação. Porém, a qualificação deste tipo de condições não depende somente da ordem perante o início da rua mas, sobretudo, da disposição de um determinado bloco edificado perante o eixo estruturante.



Fonte: ROMERO (1988, p.94)

Figura 34 – Influência da disposição dos edifícios no comportamento do vento

Da relação entre ruas, blocos e direcção predominante de ventos podem resultar combinações muito distintas que convém assinalar (*fig. 34)*.

i) Uma primeira hipótese pode ser uma situação em que quer a *rua*, quer o *edifício* apresentam *uma posição de paralelismo* em relação ao *vento* cujos resultados são de um aumento de velocidade de circulação do ar nas avenidas mas sem acarretarem mais valias para a ventilação do edifício, pois se não encontram obstáculos passam a circular mais livremente, reforçando-se, deste modo o efeito de canalização, estudado mais adiante. A este respeito GIVONI (1998, p.289) afirma *" quando os blocos de edifícios e as ruas são paralelos à direcção do vento, o vento pode circular através de espaços entre os edifícios e as ruas, com uma pequeno atraso como resultado da fricção com os edifícios. Neste caso, a velocidade do vento será muito superior nas ruas, ao longo dos passeios e nos espaços abertos entre as construções. Contudo, neste caso, as construções são expostas à mesma pressão em ambos os lados, um factor que reduz o potencial para a ventilação natural dos edifícios".*

ii) Uma segunda hipótese pode acontecer quando as *ruas* são *perpendiculares* ao *vento*. Perante esta situação deve ser considerada uma distância adequada entre as edificações dos dois lados de rua, assim como atribuir especiais cuidados à porosidade dos obstáculos a barlavento, sob pena de não se comprometer a ventilação a sotavento, segundo ROMERO (1988).

iii) Uma terceira situação pode dar-se quando as *ruas* formam um *ângulo oblíquo* face à direcção predominante dos *ventos*, sendo o vento distribuído em dois fluxos. O primeiro realiza-se na direcção da rua, concentrando-se, sobretudo, do lado sotavento da rua. O segundo causa pressão no lado barlavento das construções. No lado sotavento das ruas, o fluxo de ar é brando, formando-se uma zona de baixa pressão na envolvente do edifício. Neste caso, a largura das ruas melhora as condições de ventilação no interior das construções e na rua.
Este ponto que se dedica a compreender a ventilação adequada entre a relação direcção ventos, orientação das ruas e edifícios exige que se sublinhe um aspecto tido como essencial. Embora haja uma crença que uma ventilação adequada possa ser conseguida através edifícios perpendiculares à direcção do vento predominante, tal ideia é errada. Fileiras de edifícios orientados perpendicularmente em relação ao vento produzem uma maior resistência aos fluxos de vento próximos do nível mais baixo, produzindo o chamado efeito de esteira referido mais adiante, o que resulta num potencial de ventilação muito pobre, segundo GIVONI (1998). Segundo o autor, a posição preferencial com vista a optimizar as condições de ventilação de um edifício face à rua é a oblíqua podendo o seu ângulo oscilar entre os 30º e 60º, pois podem permitir um melhor acesso a um nível rasteiro no interior da vizinhança, contribuindo para uma melhoria das condições de ventilação dos edifícios.

Todavia os efeitos aerodinâmicos do vento não podem restringir-se a esta tripla relação anteriormente referida. A conformação espacial do desenho urbano da qual depende o espaçamento entre edifícios, a disposição dos volumes construídos, a relação entre largura e altura dos edifícios e a morfologia do próprio terreno resultará em diferentes comportamentos do vento na malha urbana e na envolvente da sua construção. Os efeitos aerodinâmicos do vento resultantes, segundo GANDEMER/GUYOT *cit in* ROMERO (1988) podem resumir nos seguintes: efeito de pilotis, efeito de barreira, efeito de venturi, efeito de canalização, efeito de canto, efeito de esteira, efeito de malha e efeito de pirâmide (*fig. 35)*.

O *efeito pilotis* acontece quando um determinado edifício não se encontra directamente em contacto com o solo, permitindo as suas aberturas a passagem de massas de ar entre si e o solo, sendo este tipo de edifícios bastante oportunos em áreas de clima quente e húmido, uma vez que este tipo de ventilação melhora as condições de arejamento do edifício. Em situações em que tal comportamento não seja justificado, este tipo de edifícios devem procurar uma orientação paralela ao vento dominante e ser protegidos com vegetação. Em climas não coincidentes com o anteriormente citado não é aconselhável a construção contínua e abundante deste tipo de arquitectura.

O *efeito barreira* resulta de uma configuração espacial que privilegia a construção de edifícios em oposição à direcção predominante dos ventos. Nesse sentido, um pormenor importante na relação entre vento e edificação reside na disposição dos prédios face à direcção do vento. Quando a implantação de um edifício é perpendicular ao rumo predominante do vento, então a fachada do edifício exposta totalizará 100% da massa de ar, enquanto se a opção passar pela formação de um ângulo agudo (45º) a exposição diminuirá para metade.

O *efeito venturi*, também designado por efeito túnel, pode acontecer sempre que se verifique a redução da passagem de ar numa determinada entrada, o que provoca o aumento da velocidade do ar, assim como uma depressão no ponto de velocidade maior. Os pontos de estrangulamento, por exemplo, formados por dois edifícios constituem os pontos críticos. Em situações de cantos arredondados, verifica-se uma acentuação deste efeito. Aquando da observação deste possível efeito, dever-se-á premiar a construção com a menor altura possível, o espaçamento entre edifícios deve ser superior à altura média, bem como evitar que este efeito seja intensificado pela direcção predominante do vento.

O *efeito de ventilação* é mais comum em áreas de forte densidade, onde a porosidade é bastante reduzida. As ruas canyon cujos edifícios encontram-se juntos uns aos outros são um bom exemplo de como este efeito pode ser produzido. As recomendações para a minimização deste efeito exigem um traçado urbano com um ângulo compreendido entre os 90º e 45º relativamente ao rumo do vento que predomina, o espaçamento entre edifícios que permite reduzir a direcção do vento e a sua força, devendo ainda o espaçamento das ruas considerar uma largura que seja o dobro da altura das edificações.

O *efeito canto* constitui um fenómeno de corrente de ar nos ângulos das construções. Este efeito indesejado pode ser atenuado através da plantação de vegetação nas esquinas, de construções de reduzidas alturas ou em vários níveis decrescentes, da inclusão de cantos arredondados pois permitem reduzir a velocidade média e de da previsão de elementos de alguma porosidade.

O *efeito malha* reflecte o comportamento do vento perante uma forma urbana existente que pode ser um espaço público, como sendo uma praça ou uma artéria ou um espaço colectivo privado, ao ar livre, resultante de um edifício que apresente uma configuração em forma de quadrado, rectângulo, hexágono, entre outras. A forma tenderá a condicionar o tipo de circulação de ar, podendo variar entre fluxos lineares e deslocação de ar em forma de remoinho. Dado que as situações podem ser muito diversificadas, a principal preocupação deverá ser a de encontrar uma forma que permita a protecção mais adequada ao vento. Um exemplo claro deste tipo de efeito e, respectiva recomendação, pode ser a escolha da localização de uma bancada de um estádio de futebol.

O *efeito esteira* resulta da disposição de um edifício com fachada principal perpendicular em relação à direcção predominante do vento. Quando o vento encontra o obstáculo, ou seja, o edifício contorna-o lateralmente, convergindo num mesmo ponto. A fachada contrária à mais exposta desenvolve na proximidade da sua parede uma série de movimentos ascendentes e rotacionais. O comportamento deste efeito de vento parece ser mais indicado em climas quentes e húmidos onde haja a necessidade de ventilação como um meio de arrefecimento. Contudo, em áreas quentes e secas a colocação de fachadas expostas perpendicularmente à direcção predominante dos ventos é desaconselhável pois a aragem de ventos quentes potencia o desconforto térmico possivelmente sentido. Em áreas de clima temperado esta disposição implica conhecer não somente a direcção média predominante dos ventos mas, sobretudo, a direcção das rajadas que mais se repete, nomeadamente, no Inverno.

O *efeito pirâmide* acontece na presença de diferentes alturas entre edifícios, em que o ar entra em contacto com a malha urbana, ascendo à medida que a altura dos edifícios aumenta. Na realidade, este efeito deverá ser aquele que melhor caracteriza a importância de uma certa rugosidade das cidades, uma vez que permite que o ar circule na envolvente dos edifícios. Este facto contribui para desacelerar a velocidade do vento, ao mesmo tempo que permite renovar o ar no interior dos edifícios, se devidamente ventilados.

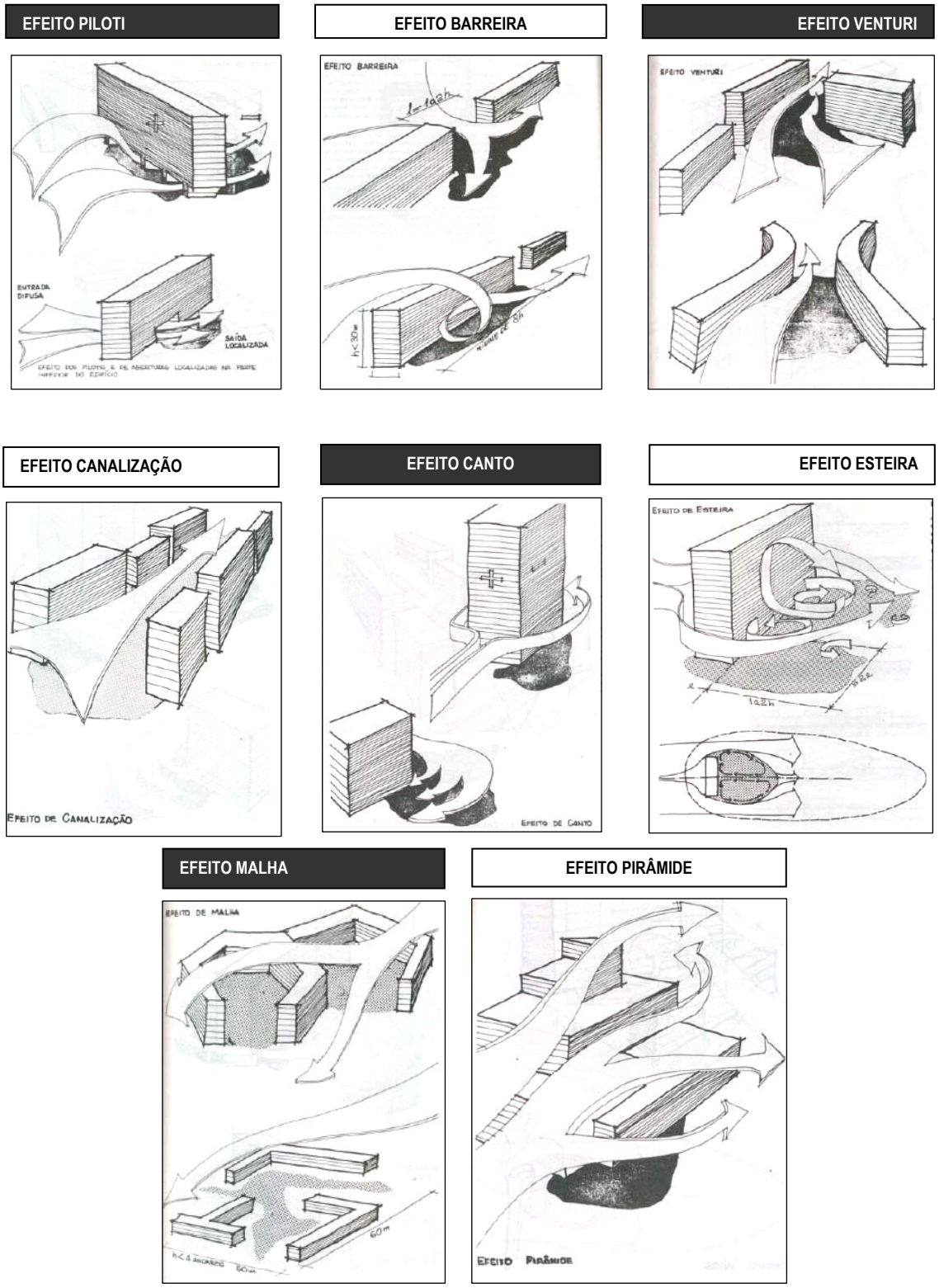
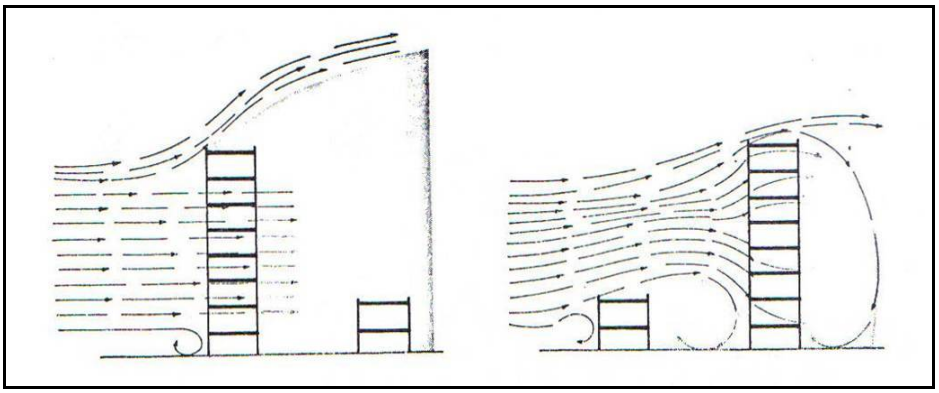


Figura 35 – Efeitos aerodinâmicos do vento influenciados pela porosidade

4.2.2.7 Rugosidade

Na sequência dos dois factores anteriores, densidade e porosidade, poderemos incluir uma terceira variável que também inclui as características dos edifícios, mas desta vez não são relativas à distância entre si e a respectivos níveis de edificação, mas antes dizem respeito às diferenças entre alturas que se estabelecem de uns para os outros, nomeadamente, entre edifícios do mesmo lado de rua (*fig. 36)*.

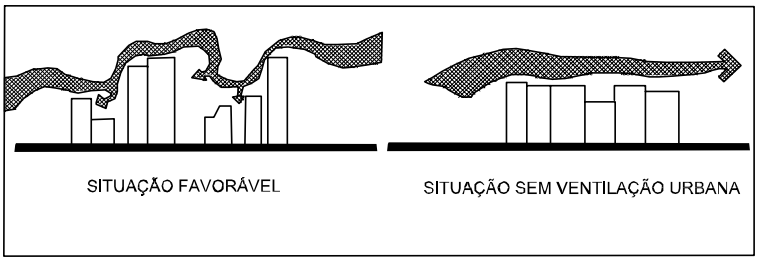
Quando numa rua se constroem edifícios de alturas distintas, aconselha-se que, sempre que possível, perante a direcção predominante dos ventos, os edifícios de menor altura se instalem à frente dos edifícios de maior altura. Tal preocupação deverá tomar em consideração o comportamento do vento perante um edifício, ou seja, não ignorar que o edifício a barlavento será alvo de uma área de elevadas pressões, enquanto a fachada do edifício a sotavento será alvo de uma zona de baixas pressões. Deste modo, se quisermos que o edifício de altura reduzida tenha a capacidade de beneficiar de alguma ventilação natural, esta ordem não deve ser ignorada, sob pena de se assistir a uma ventilação empobrecida.



Fonte: GONZÀLEZ, 1986, p.58

Figura 36 – Comportamento do vento influenciado pela rugosidade

Uma elevada rugosidade existente no tecido urbano pode ser favorável em plantas de forte densidade, uma vez que as diferenças de altura dos edifícios permitem uma melhor ventilação, ao contrário, das situações em que os edifícios se encontram todos nivelados fomentando efeitos de canalização em ruas alinhadas, bem como impossibilitando a penetração de ar no próprio tecido urbano (*fig. 37)*.



Fonte: ROMERO (1988, p.108)

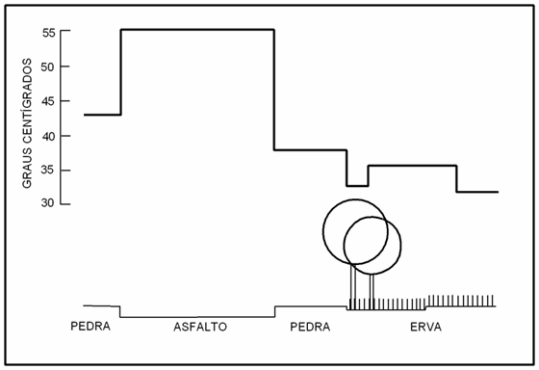
Figura 37 – Influência da rugosidade nas diferenças de ventilação urbana

Souza (2004) explica que quanto maiores os contrastes entre alturas dos elementos de massa edificada, maior o turbilhonamento dos ventos. Os mesmos autores relacionam ainda a velocidade do vento com a altura dos edifícios, acrescentando que esta será maior na proximidade daqueles que apresentarem uma altura superior.

4.2.2.8 Permeabilidade dos solos

As diferenças encontradas em termos de possibilidades de infiltração de águas nos espaços ao ar livre reflectem diferentes condições de conforto higrotérmico, enquanto resultado de diferentes níveis de humidade e absorção de calor. Áreas onde as soluções de pavimentação sejam, por exemplo, de cimento ou de asfalto diminuem a permeabilização do solo, reforçando o calor e a secura. Segundo a EUROPEAN COMMISSION & all. (1991, p.58) "a temperatura do solo coberto será entre 10-15º mais baixa do que a dos materiais que absorvem o calor, como o asfalto, ou que o reflectem, como a rocha ou a gravilha de cor clara" (*fig. 38)*.

Em caso de impossibilidade de opção pela relva devem ser consideradas calçadas sob a forma de paralelepípedo, blocos de concreto ou de alvenaria poliédrica. Estas alternativas ao asfalto permitem uma melhor drenagem das águas da chuva, aceleram o escoamento das águas pluviais, devido à maior rugosidade que apresentam, bem como contribuem para um ambiente térmico mais ameno.



Fonte: Adaptado de TOJO (1990)

Figura 38 – Influência dos materiais na temperatura do ar (ºC)

4.2.3 Opções arquitectónicas e de construção

4.2.3.1 Presença árvores envolvente edifício

A presença de vegetação no território e, sobretudo, na sua relação com os edifícios que nele se instalam devem, assim, considerar:

i) *Densidade da vegetação* presente na proximidade do sítio de um edifício, *"quanto maior esta for, mais estável será a temperatura interna do edifício, maior será também a humidade e a protecção relativamente ao vento"* por (AMORIM, 1998,53).

II) A *posição* que ela assume relativamente à casa, uma vez que se a vegetação proteger as fachadas norte, leste e oeste o edifício tenderá a apresentar uma temperatura mais elevada no Inverno e mais reduzida no verão, segundo AMORIM (1998). Numa situação em que uma casa de 4 fachadas que apresente uma orientação óptima em termos de controlo de radiação solar, ou seja, que apresente a maior fachada virada a norte e outra a sul, a presença de árvores pode dar um contributo importante de sombra na orientação de leste e oeste, segundo OLGYAY (1998). É preciso atender ao momento do dia em que a sombra é conseguida. Assim, a sombra desejada do lado leste é conseguida, nas climas temperados, da parte da manhã e, do lado oeste na parte de tarde, atendendo ao facto da órbita da terra se realizar de oeste para este.

iii) O *tipo de vegetação* que é utilizado na vizinhança da construção, pois o seu maior ou menor consumo hídrico influem nos diferentes níveis de evapotranspiração, resultando em diferenças ao nível de humidade, por um lado; Por outro lado, o tempo

durante o qual ela pode exercer sombra, originará diferentes obstruções à radiação solar. Nas regiões temperadas, de clima Mediterrâneo, a presença de vegetação caduca poderá ser óptima pois permite uma sombra substancial durante a época mais quente e, simultaneamente, não intersecta a escassa radiação incidente que ocorre no Inverno. Neste contexto, HIGUERAS (1997) acrescenta "que as espécies de folha caduca permitem a radiação invernal e dificultam a de verão". A importância da escolha das espécies é ainda sustentada por ROMERO (1988, p.97) que afirma que "a eficácia do desempenho da vegetação depende directamente das espécies escolhidas, que podem responder às exigências tanto de captar sol no Inverno como de proteger do sol no verão" (*fig. 39)*.

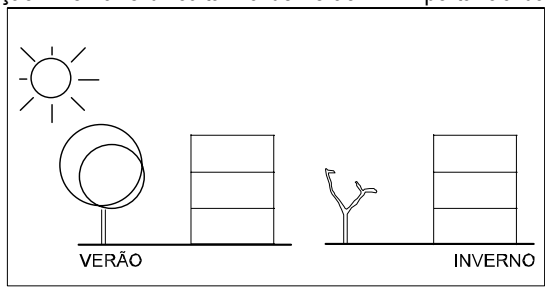


Figura 39 – Influência do tipo de vegetação nas condições de captação solar

iv) A *altura da vegetação* não deve também deixar de ser analisada, atendendo ao facto que se for superior ao edifício poderá contribuir para reduzir os efeitos da radiação solar na cobertura do edifício, segundo AMORIM (1998).

v) A *distância da árvore* em relação ao edifício deve ser outro pormenor a ser considerado quando estas são de grande porte, cerca de 6 a 7 metros de altura, sendo a distância para tal altura, indicada por HIGUERAS (ver data) cerca de 8 a 10 metros.

4.2.3.2 Relação do edifício com massas de água

Num estudo realizado por SAARONI & all. (2003), em Tel Aviv, *cit.in* WHO, refere que a existência de um lago numa cidade pode ter impacte no stress térmico até a uma distância de 40 metros de influência, através de uma diminuição da temperatura, da elevação da humidade relativa, redução do índice de desconforto térmico (*fig. 40)*.

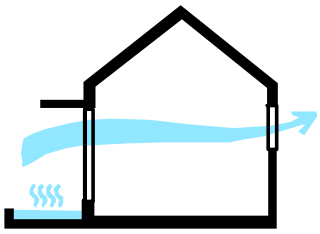


Figura 40 – Influência de mosaicos de água na temperatura da envolvente do edifício

Acerca desta relação existente entre edifício e água devem ser referidos, assim, dois aspectos fundamentais. O primeiro exige a consciência que quanto maior for uma massa de água e, simultaneamente, mais próxima se encontrar de um edifício, menor será a sua amplitude térmica, maior a humidade nele registada, sobretudo, se a orientação da massa de água coincidir com a orientação dos ventos predominantes, assim como uma superior possibilidade de ventilação, segundo AMORIM (1998).

No caso de existir uma massa de água na proximidade de um determinado edifício, é possível a aplicação da técnica de arrefecimento através da água, designada por arrefecimento evaporativo, uma vez que este poderá beneficiar de brisas frescas através da evaporação da água. Assim, a proximidade a massas de água naturais, como o mar, um rio, um ribeiro ou ainda a massas de água de origem artificiais como a presença de fontes, piscinas, lagos artificiais podem permitir o decréscimo da temperatura associada à passagem do ar exterior arrefecido por evaporação da água, antes de entrar no edifício.

4.2.3.3 Orientação de edifícios

A principal preocupação que se deve ter na escolha da orientação de um edifício deve ser a de maximizar-se a sua exposição ao sol durante o período mais frio, assim como minimizar os excessos de ganhos solares nos períodos mais quentes. A orientação de uma construção deve atender também ao rumo predominante do vento, nomeadamente, às necessidades de ventilação, sobretudo, durante o período mais quente, nos climas temperados de modo a que esta permita um arrefecimento do mesmo.

Uma correcta orientação é aquela que tenta conciliar as necessidades de radiação solar fundamentais para a salubridade e iluminação de uma habitação com as exigências de ventilação, podendo permitir a redução de gastos de aquecimento e de arrefecimento através de aparelhos de ar condicionado. Deste modo, um planeador do território ou um projectista deverão conhecer os factores de que depende a radiação solar, de modo a rentabilizá-la atendendo às necessidades térmicas específicas.

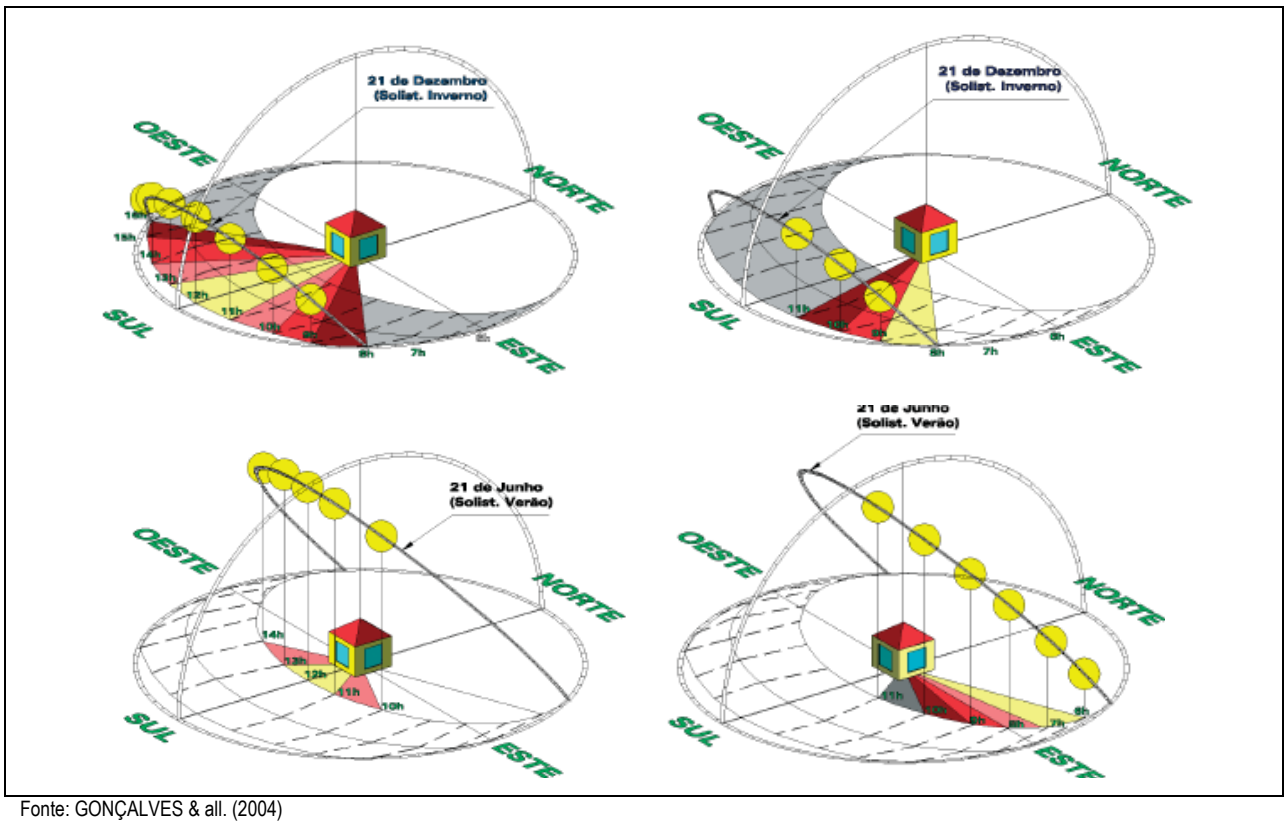
A quantidade de energia recebida pela terra varia, em função de 4 factores, sendo eles: a emissão solar, a distância ao sol, a altura do sol e a duração do dia (*fig. 41)*.

a) Emissão solar – as conversões sucessivas de hidrogénio em hélio no interior do sol permitem que haja uma libertação de calor do seu núcleo para a sua superfície e, desta para a Terra. Este processo químico encontra-se avaliado em 1397 W/m2 para uma determinada porção da terra sobre a qual os raios incidem perpendicularmente, sendo esta quantidade designada por Constante Solar, segundo CUADRAT & all. (2000).

b) A distância ao sol – este factor oscila em função das estações do ano, como resultado do movimento de translação da terra à volta do sol, realizado através de uma órbita elíptica. O total de radiação solar que um determinado lugar depende da respectiva latitude, quanto mais baixa for, mais quantidade de energia receberá. As extremidades do globo, ou dito por outras palavras, as latitudes mais altas são aquelas que menos beneficiam da energia solar, ao contrário, da linha imaginária, conhecida por Equador, que divide a terra entre o Hemisfério Norte e Hemisfério Sul.

c) A altura do sol – poderemos destacar a latitude do lugar, a estação do ano e o momento do dia como os factores que melhor determinam a altura do sol (BARRY; CHORLEY, 1999), sendo máxima nos trópicos, ao contrário do que se esperaria, o Equador não constitui a Zona da terra que mais radiação solar recebe, uma vez que o número de dias em que os raios solares são quase verticais é mais reduzido do que aqueles que permanecem nos tópicos, e mínima nos pólos (ROMERO, 1988). Em termos de significado climático, atendendo ao momento sazonal, isto significa que se regista um máximo de luz solar no solstício de verão, aquando da inclinação mínima do Hemisfério Norte em relação ao sol, e um mínimo no solstício de Inverno, em que a inclinação do mesmo hemisfério é a mais reduzida. Somente no dia 21 de Março e de Setembro, é que o plano de inclinação da terra relativamente ao sol é nulo, sendo ambos os hemisférios iluminados de igual modo. Estas diferenças do plano de inclinação da terra relativamente ao sol, farão variar não somente o número de horas de iluminação solar mas, consequentemente, as temperaturas registadas ao longo do ano.

d) A duração do dia – como resultado do número de horas que o sol se encontra acima da linha do horizonte, afecta também a quantidade de radiação solar recebida, uma vez o número de horas de radiação solar de um determinado lugar varia na mesma razão que a dimensão dos seus dias. Quanto maiores os dias, resultado do momento do ano, maior será a Q de energia solar recebida (BARRY; CHORLEY, 1999).



Fonte: GONÇALVES & all. (2004)

Figura 41 – Influência da orientação das fachadas nas condições de radiação solar

A *orientação sul* é aquela em que o sol se encontra disponível quase durante todo o dia e, em todo o ano. Por altura do *Solstício de Verão*, sendo esta orientação aquela que revela um máximo de nº de horas de insolação, exige a necessidade de protecções solares nos edifícios. No *solstício de Inverno*, esta fachada permite maximizar as necessidades de radiação solar registadas no Inverno. Possui ainda a particularidade de, apesar do elevado número de horas de sol no Verão que esta orientação é alvo, permitir um fácil controlo da radiação solar através, por exemplo, da aplicação uma pala horizontal de reduzidas dimensões no plano vertical do edifício.

Por seu lado, as *fachadas a norte* apresentam uma diferença considerável em relação às meridionais, sendo a primeira aquela que receberá menores quantitativos de radiação solar durante o ano que, por vezes, associados aos ventos de norte e noroeste podem resultar numa sensação de frio para os seus residentes. A orientação norte sofre algumas desvantagens em relação às de nordeste e noroeste, uma vez que esta durante o *Inverno*, na *Primavera* e no *Outono* nunca recebe sol, já as duas últimas duas durante os equinócios são capazes de conquistar algumas escassas horas de radiação solar (HIGUERAS, 1997). Assim, toda a energia que chega a esta fachada é resultado de radiação difusa. No verão esta fachada recebe uma pequena fracção de energia de radiação solar incidente durante o início da manhã e o fim da tarde. Por todos os motivos apresentados, a fachada norte é considerada a mais fria, segundo GONÇALVES & all. (2004).

As *orientações simétricas de Este e Oeste* recebem uma idêntica radiação solar, variando os resultados de aquecimento em função do momento do dia em que se projecta o ângulo de incidência solar.

Uma orientação de leste, durante o Inverno, recebe pouca radiação, uma vez que o nascer do sol já acontece próximo da orientação sudeste. Esta última orientação beneficia assim, durante esta estação, de algumas horas de radiação solar, ainda que o ângulo de incidência seja reduzido. No verão uma fachada exposta a esta orientação torna-se extremamente quente

devido ao facto dos ângulos de incidência solar se encontrarem quase perpendiculares em relação a si, ao mesmo tempo que irradiam durante várias horas da manhã.

Contudo, uma fachada voltada a leste é preferível à virada a oeste uma vez que ao receber o sol durante a manhã contribui para atenuar as baixas temperaturas matinais, evitando os excessos de calor realizados durante a tarde, no verão, em orientações produzidas nas orientações a oeste.

No verão, as fachadas oeste são as mais quentes (quando comparadas quatro orientações: N, S, W e E), sendo aquelas que poderão ser responsáveis por um desconforto térmico por excesso de calor. Esta fachada é caracterizada por ser bastante problemática no Verão devido à acumulação de grandes cargas térmicas, sendo por isso, necessário um cuidado especial em termos de áreas, tipos de vidros e sombreamentos (GONÇALVES & all, 2004).

Deste modo, estas fachadas exigem atenções especiais em matéria de dimensionamento de vãos de janelas, de tipos de vidros e protecções solares. No Inverno, a radiação solar que recebem ocorre durante algumas horas da tarde, contudo, o seu ângulo de incidência não estimula a rentabilização dos ganhos solares.

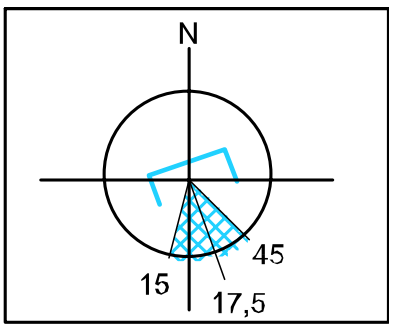
No entanto, em ambas as fachadas pode revelar-se necessário a minimização dos efeitos destas orientações. AMORIM (1998, p.144), referindo-se às conclusões de Olgyay sobre a avaliação destas fachadas afirma *"que todas as formas alongadas no eixo norte-sul (com fachadas voltadas para oeste e leste) funcionam com menor eficiência tanto no Verão como no Inverno".*

Outra importante abertura de um edifício, podendo ser considerada uma 5ª fachada, é a presença de clarabóias cuja abertura pode significar uma intensa radiação solar, sobretudo, durante o verão, conseguindo o seu efeito ser o dobro das piores orientações (LANHAM & all, 2004).

Com base nas considerações realizadas sobre o efeito da orientação ao nível do conforto térmico conseguido no interior de um edifício, é possível estabelecer uma orientação adequada para os climas de latitudes médias.

OLGYAY (1998) considera as zonas de climas temperados como aquelas onde as tensões climáticas são relativamente moderadas ao longo de todo o ano e, por isso, permite uma certa flexibilidade ao nível da elaboração de projectos arquitectónicos. Contudo, não escapa em afirmar que uma orientação óptima para este tipo de climas pode ser aquela que apresenta uma das suas principais fachadas até 18º a este a partir da direcção sul, sendo o intervalo que varia entre os 15º a oeste e a 45º este, a partir de sul, satisfatório.

Tal escolha não parece ignorar as duas principais necessidades climáticas dos climas temperados, ou se quisermos, de Invernos frios e de Verões quentes, isto porque a orientação de um edifício voltado a NW e SE permite rentabilizar os ventos N e NW de Verão e, simultaneamente, aquecer as fachadas que são afectadas pelos ventos de E e ESE durante o Inverno, nomeadamente, como em climas como o da cidade do Porto que será estudado mais adiante (*fig. 42)*.



Fonte: OLGYAY (1998)

Figura 42 – Orientação preferencial dos edifícios em climas temperados

4.2.3.4 Número de fachadas exteriores do edifício

As perdas e os ganhos dos edifícios não se esgotam na orientação que eles estão sujeitos, uma vez que um determinado edifício, no caso de apresentar quatro fachadas, irá poder assumir características do comportamento térmico de quatro orientações. Contudo, as diferenças colocam-se ao nível da orientação das suas 2 principais fachadas, entendidas como aquelas que apresentam uma superfície maior em contacto com o exterior.

Anteriormente, já se tinha considerado a fachada norte aquela que poderia revelar necessidades crescentes de aquecimento. A resposta a esta questão passa por considerar a existência simultânea de duas fachadas com características muito distintas. A fachada norte será sempre fresca, independentemente da estação do ano, mas o controlo de acesso solar pode ser realizado pela fachada sul, ou seja, o fornecimento de energia incidente pode ser aproveitado por esta fachada. Este pormenor deve, por isso, não ignorar a disposição de divisões no interior da própria habitação. As divisões em que as pessoas passam mais tempo, nomeadamente, quartos ou sala de estar devem ser as viradas a sul, entretanto, aquelas que constituem locais transitórios podem ser voltadas a norte (casas de banho, dispensas, entre outras).

Até ao momento as considerações sobre as opções de orientação das edificações têm vindo a considerar a tipologia de habitação mais simples e que levanta menos dúvidas, uma vez que se trata de edifícios cuja habitação possui, pelo menos, duas fachadas, como poderemos observar na fig. 43. Assim, perante o desejo de construção deste tipo de vivenda a orientação aconselhada é aquela que se desenvolve perpendicularmente ao eixo oeste-este ou sudoeste-nordeste.

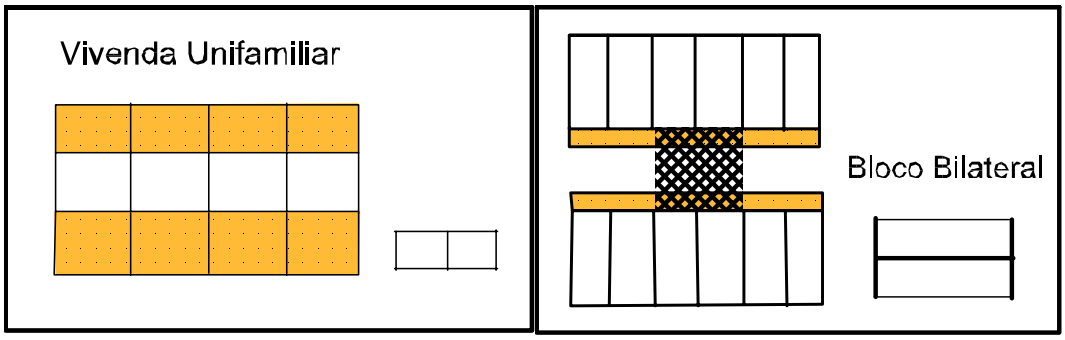


Figura 43 – Vivenda unifamiliar com duas fachadas e bloco lateral com uma só fachada

Todavia, outras situações mais complexas são vulgares acontecerem, nomeadamente, a possibilidade de construção de prédios unilaterais, apresentando somente aberturas para uma única fachada.

Coloca-se então, uma dúvida que investigações futuras deverão tentar dar resposta: ***"****qual a melhor orientação, em termos de conforto térmico, para edifícios que somente gozam a possibilidade de colocar aberturas numa única fachada? Será preferível uma orientação voltada a norte ou antes voltada a oeste ou a este?"*

Um possível exercício no sentido de comparar contextos climatológicos interiores somente orientados por uma fachada ou segundo um eixo, poderá ser realizado através de uma comparação entre ganhos térmicos médios, entre uma e um par de fachadas, em cada estação do ano, através da inclusão de factores como: *o tempo de exposição solar*, o *ângulo de incidência solar em relação à fachada* e à *acumulação de calor atendendo ao momento do dia.*

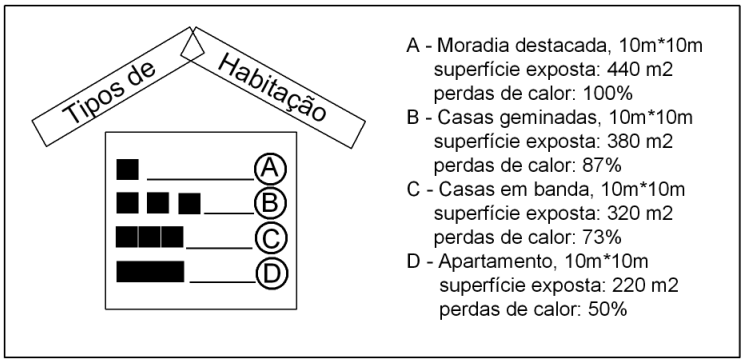
Ainda a propósito do número de fachadas expostas ao exterior, GIVONI (1998) afirma "quando o plano do edifício encontra-se exposto ao exterior, a maior área de superfície das paredes causa um superior ganho ou perda".

Um edifício com um maior número de fachadas possui uma maior percentagem de área aberta podendo este aspecto ter algumas consequências ao nível das suas qualidades de armazenar calor e de ventilação.

A maior área de superfície exposta permite, por um lado, ganhos superiores de calor, em situações em que o fluxo predominante se realiza do exterior para o interior, o que acontece predominantemente no verão, onde as temperaturas do exterior são superiores às registadas no interior. Todavia, o fenómeno inverso também ocorre no Inverno, ou seja, a maior acumulação de calor produzida no interior das habitações será alvo de uma maior exposição para as perdas para o exterior. O que significa que o tipo de habitação pode resultar em maior ou menor estabilidade dos contextos climáticos interiores perante os exteriores.

"Em qualquer clima, as formas agrupadas tais como as casas em banda são as mais eficientes, porque só têm duas paredes exteriores e é possível a ventilação transversal. Para uma dada área, os apartamentos utilizam menos energia do que as casas em banda e as casas em banda menos do que as geminadas; as geminadas utilizam ainda menos do que as moradias" (EUROPEAN COMMISSION & all, 2001, p.61).

A afirmação anterior permite comparar as diferentes tipologias passíveis de serem mais eficientes, sobretudo, em contextos climatológicos de elevadas amplitudes térmicas durante o ano, nomeadamente, contextos que não sofrem a influência térmica moderadora do mar, poderão existir vantagens na diminuição da superfície exposta (*fig. 44)*.



Fonte: Adaptado e modificado de: European Commission et. al. 2001

Figura 44 – Influência da tipologia de habitação nas perdas de calor

4.2.3.5 Forma e Altura do edifício

A questão da forma de um edifício não dispensa algumas considerações, uma vez que a relação entre a altura de um pavimento e a sua profundidade, afectará os níveis de ventilação interior.

"Os edifícios bem concebidos para a ventilação natural são em geral pouco profundos, com uma distância de fachada a fachada inferior a cinco vezes o pé direito. Em compartimentos com ventilação de um só lado, a ventilação natural só será eficaz até a uma profundidade de cerca do dobro do pé direito" (EUROPEAN COMMISSION & all, 2001, p.71).

Em caso de necessidade de implantação de ventiladores mecânicos, os pés direitos deverão ser superiores aquelas situações cujo conforto pode passar simplesmente pelo recurso a ventilação natural.

No que respeita à altura de um edifício, é de salientar os diferentes ganhos solares à medida que aumenta a sua altura em relação ao solo. Assim, quanto mais distante um determinado pavimento se encontrar do solo, maiores serão os seus ganhos provenientes da radiação solar devido, por um lado, a um ângulo solar que permite uma maior incidência sobre a superfície e, por outro lado, crescem as probabilidades de se encontrar menores obstruções solares (vegetação, paredes, objectos, etc).

4.2.3.6 Aberturas

Das várias funções que as janelas podem desempenhar num edifício, nomeadamente, a possibilidade de permitirem ao seu utilizador/ residente a contemplação de um cenário visual, uma melhoria das condições de iluminação, uma forma de contacto com o ambiente envolvente, estes pequenos espaços de abertura ao exterior são os responsáveis pela sua insolação e ventilação, constituindo verdadeiros guardiães da sua salubridade.

No entanto, todos estes aspectos e, sobretudo, aqueles que mais directamente afectam os níveis de conforto térmico das pessoas que a eles afluem podem resultar em diferentes patamares de qualidade e satisfação quando são considerados aspectos como a sua orientação, o seu tamanho, a sua forma (predominantemente vertical ou horizontal) e, respectivas, protecções.

No que concerne à sua *orientação*, ela deverá atender às principais necessidades de radiação solar do clima onde o edifício é construído. Em climas de latitudes médias, a presença de janelas em paredes viradas a oeste e leste constitui uma importante fonte de sobreaquecimento de ambientes interiores, na época mais quente. Tal facto não deve dispensar a existência de protecções que permita minimizar os seus efeitos. A orientação das janelas deve ser lembrada em orientações oblíquas aos ventos predominantes durante a época de verão, pois este pormenor pode ser suficiente para melhorar as condições de ventilação.

Uma das importantes técnicas de arrefecimento passivo passa pelo reforço da ventilação que assume um papel extremamente importante não somente na remoção de calor no interior do edifício, através de permitir a diminuição da temperatura no interior mas também por ser capaz de acelerar as trocas evaporativas à superfície do comportamento do corpo dos seus ocupantes, estimulando a sensação de conforto térmico, segundo a Sociedade Portuguesa de Energia Solar (*fig. 45)*.

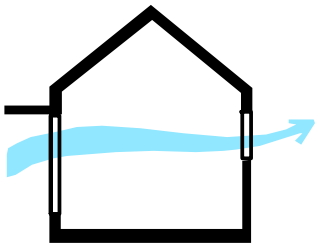


Figura 45 – Influência das aberturas nas condições de ventilação de um edifício

As janelas por seu turno, permitem o aproveitamento de uma ventilação natural, promovida pelas diferenças de pressão de um lado e outro das janelas e portas, com origem na acção directa do vento sobre a edificação, que pode ser melhorada através da instalação de aberturas colocadas num quadrante sul e em locais opostos, nomeadamente, de orientação norte de modo a permitir uma ventilação atravessada.

Em situações que tal ventilação atravessada não seja possível devido, por exemplo, à existência de uma só fachada da habitação com aberturas, então, é preferível, caso seja exequível, a colocação de duas janelas afastadas na mesma parede (*fig. 46)*.

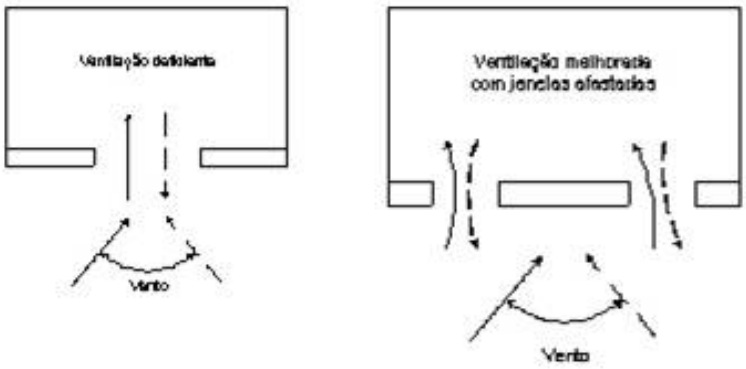


Figura 46 - Influência do número de janelas nas condições de ventilação de um edifício

A posição do edifício relativamente à envolvente pode resultar em fracas condições de ventilação, por exemplo, em situações em que este é paralelo à direcção predominante do vento. Em tais situações, uma ideia interessante, pode passar pela criação de bandeiras de ventilação no edifício, ou seja, a construção de uma pequena parede perpendicular em relação à rua onde circulam os ventos predominantes (*fig. 47)*.

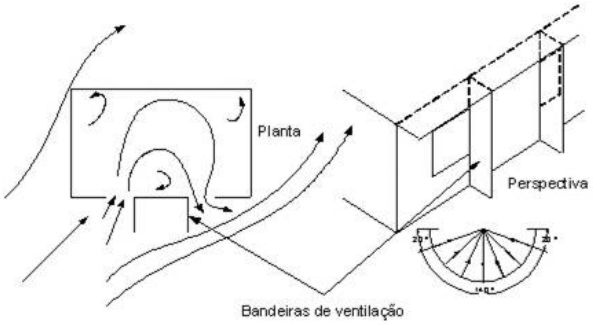


Figura 47 – Formas de captação de ventos predominantes

A Sociedade Portuguesa de Energia Solar acrescenta que uma outra técnica passiva de arrefecimento passivo pode ser realizada pela colocação de aberturas do edifício junto ao chão e no alto, uma vez que possibilitam a realização de um ciclo convectivo, em que o ar mais quente ascende permitindo a entrada de ar fresco(*fig. 48)*.

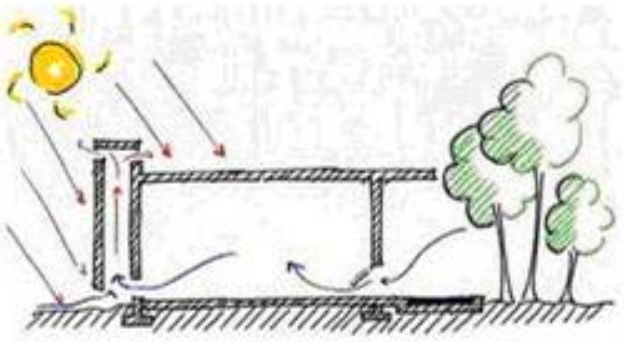


Figura 48 – Influência de aberturas junto ao solo

No que diz respeito ao *tamanho das aberturas*, salienta-se a ideia que um adequado dimensionamento das aberturas dos edifícios poderá permitir a optimização da energia solar[23], evitando o recurso a equipamentos de ar condicionado que exigem um elevado consumo doméstico de electricidade. Nesse sentido, alguns estudos recentes vêm demonstrar a importância de pormenores relacionados com o tamanho das janelas, tidas segundo LAM et. Al. *cit in* GHISI (2005) como um dos factores que mais influenciam a eficiência energética dos edifícios, à semelhança do "envelope da construção" e do sombreamento dos vidros.

A dimensão das janelas deve também atender, também, aos efeitos que provoca na ventilação conseguida, podendo o tipo de dimensões e o plano em relação ao edifício variar em função do tipo de habitação e, respectivas necessidades de ventilação. Assim, perante um edifício ou um apartamento que beneficie somente da possibilidade de aberturas numa única fachada torna-se importante o reconhecimento da direcção predominante do vento, de modo a criar-se um plano oblíquo da janela em relação a este. Já no caso da possibilidade de se usufruir de aberturas em fachadas opostas, passíveis de usufruir de ventilação natural, nomeadamente, nocturna, então as soluções devem considerar a dimensão da abertura que permite a entrada do ar e, simultaneamente, daquela que assegura a saída. Perante a necessidade de aumentar-se a velocidade da ventilação no interior da habitação é possível a opção por uma abertura de saída do ar superior à da entrada. Face a uma necessidade antagónica, aplica-se o contrário. No entanto, a relação entre dimensão das janelas e respectiva eficiência energética deve ser compreendida à luz de outros aspectos que incluam a *profundidade dos compartimentos*[24], e a *orientação das janelas*, entre outros.

Tabela 5 – Propostas de dimensão de janelas face à orientação e altura do piso

Fonte: Higueras (1997)

Dimensão das janelas face orientação e altura do piso (Navacerrada)

Planta	Orientação fachada	Forma	Dimensão
Baja	Norte	Pequena	< 50 cm2
	Este	Alargada	> 1 m2
	Sul	Qualquer forma	2 m2
	Oeste	Alargada	> 1 m2
Primeira	Norte	Pequena	< 50 cm2
	Este	Alargada	> 0,80 cm1
	Sul	Qualquer forma	> 1,50 cm1
	Oeste	Alargada	> 0,80 cm1
Segunda	Norte	Pequena	< 50 cm2
	Este	Alargada	< 0,50 m2
	Sul	Qualquer forma	> 1,00 m2
	Oeste	Alargada	> 0,50 m2

Dimensão das janelas face orientação e altura do piso (Tielmes)

Planta	Orientação fachada	Forma	Dimensão
Baja	Norte	Média	< 2,00 m2
	Este	Alargada	2,50 m2
	Sul	Qualquer forma	4,00 m2
	Oeste	Alargada	2,50 m2
Primeira	Norte	Média	< 2,00 m2
	Este	Alargada	2,00 m2
	Sul	Qualquer forma	3,00 m2
	Oeste	Alargada	2,00 m2
Segunda	Norte	Média	< 2,00 m2
	Este	Alargada	2,00 m2
	Sul	Qualquer forma	2,50 m2
	Oeste	Alargada	2,00 m2

[23] Num estudo realizado por MASCARENHAS et all. *cit in* GHISI (2005) foi estudada a relação entre a área da janela e consumo de energia em vários edifícios comerciais, sendo de notar que os edifícios com área de janela superior a 40% da área total da fachada apresentaram um consumo de energia cerca de 50% superior relativamente aos edifícios caracterizados por apresentarem uma área de janela inferior a 20%. Por outras palavras, este estudo revela que o aumento da dimensão das janelas esteve na origem de maiores necessidades de energia eléctrica. Outros autores, CIBSE *cit in* GHISI (2005) defendem que uma área de janela limitada, devendo o seu máximo atingir 30% do total de fachada, para que seja possível reduzir o consumo de energia em edificações.

[24] Um estudo realizado neste sentido, em 4 cidades mundiais em Leeds (Reino Unido), Belém, Natal, Salvador, Rio de Janeiro, Curitiba e Florianópolis (Brasil), apresenta como uma das importantes conclusões a existência de uma correlação muito forte entre o consumo de energia e profundidade dos compartimentos interiores, tendo-se verificado que à medida que aumenta a dita profundidade, diminuem as necessidades energéticas e, vice-versa, em casas que integram a iluminação natural e artificial. No entanto, o referido estudo não deixa de salientar a existência de um conflito entre as dimensões de janelas ideais com as dimensões de área mínima aconselhada para garantir uma vista para o exterior. GHISI et al. (2005), os autores do estudo, não ignoram a influência de alguns factores no consumo de energia, nomeadamente, as propriedades dos materiais, ao nível de emissividade térmica, taxa de infiltração capacidade térmica das paredes e das aberturas, potência de equipamentos, densidade de ocupação. Contudo, tais parâmetros, segundo os autores, não influenciam significativamente a área ideal de janela.

Outros autores, como HIGUERAS (1997) a propósito das condições de edificação necessárias para uma renovação da radiação solar e ventilação natural, estabelecem limites mínimos e máximos para a dimensão das janelas atendendo à sua orientação (*tabela 5)*, diversificando ainda as dimensões atendendo à altura do piso (neste caso, varia entre piso térreo e segundo piso). Assim, no caso de estudo apresentado no seu trabalho que visava a realização de um plano de ordenamento para as cidades de Navacerra e de Tielmes, com vista a aplicação de princípios bioclimáticos, aconselha diferentes dimensões para as aberturas dos edifícios, atendendo ao facto de Navacerra caracterizar-se por necessidades de maximização da sua radiação solar, enquanto Tielmes apesar de sentir a mesma necessidade, apresentava uma significativa necessidade de, durante o período de verão, aliviar o seu período de sobreaquecimento.

No caso da cidade de *Navacerra,* as janelas viradas a norte, independentemente do piso considerado, não devem ultrapassar os 50cm^2. Em contrapartida, as janelas voltadas a sul deverão comparativamente com as restantes fachadas (norte, oeste e este) ser as maiores, devendo ser superiores a 2m^2, no caso de tratar-se de um piso térreo, superiores a 1,50m^2 se a planta for de um piso e de 1,00 m^2, no caso de se tratar de uma planta de segundo piso. No que diz respeito, às fachadas oeste e este, o autor aconselha o estabelecimento de uma dimensão mínima de 1 m ^{2} para os casos de uma planta térrea e 0,80 cm ^{2} para as plantas de um piso. No entanto, as dimensões propostas para ambas as fachadas divergem quando se trata de uma planta de dois pisos. Nesta situação, HIGUERAS fixa um valor máximo de 0,50 cm ^{2} para a fachada voltada a este, enquanto na fachada virada a oeste, 0,50 cm ^{2} é considerado um valor máximo.

Para a cidade de *Tielmes* a proposta de ordenamento bioclimática indica um limite máximo de abertura para a fachada voltada a norte, independentemente, do piso em que as aberturas se localizem, sendo as dimensões mais reduzidas comparativamente com aquelas sugeridas para as restantes fachadas. As fachadas expostas a oeste e este poderão oscilar as proporções das suas aberturas entre 2,50m 2 (em pisos térreos) e 2,00m 2 (para o primeiro e segundo piso), enquanto que as das fachadas sul, poderão atingir dimensões de 4,00 m2, em pisos térreos, 3,00m 2 ao nível do primeiro piso e 2,50 quando considerado um segundo piso.

À semelhança da análise anterior, HIGUERAS (1997) parece claro e coerente na sua proposta, reforçando a ideia que a fachada privilegiada em termos de recepção de maior número de horas, a sul, deverá ser aquela que poderá beneficiar de um tamanho superior. A máxima dimensão para esta fachada, aquela que receberá maiores ganhos energéticos, deverá também respeitar o conhecimento já referido de que as maiores dimensões permitem também menores perdas energéticas. Esta poderá constituir um modo eficaz de permitir que tais fachadas consigam atingir um equilíbrio energético, evitando o seu sobreaquecimento. Por outro lado, a dimensão máxima da fachada mais solarenga estará na origem de necessidades de uma ajustada ventilação que possibilite a diminuição da temperatura no interior e a remoção do calor sensível armazenado na massa térmica. Esta lógica de pensamento parece ser aquela que justifica as diferenças de dimensões registadas para as duas cidades, ou seja, as menores dimensões correspondem a maiores necessidades de aquecimento, ao invés, de proporções superiores que exigirão um investimento prioritário num sistema de ventilação natural.
É ainda de referir a forma que cada janela deverá tomar atendendo à orientação da fachada correspondente. O mesmo autor, em relação à cidade de Navacerra, nota a importância das janelas voltadas a norte serem pequenas, certamente explicável pela necessidade de se poder rentabilizar os escassos ganhos solares desta fachada, já as janelas expostas a oeste e este devem ser largas, o que poderá ser compreendido pelas necessidades de ventilação que estas fachadas enfrentam, enquanto resultado de um forte aquecimento nos períodos de verão, uma vez que a presença de janelas mais largas facilita a ventilação. Somente as janelas viradas a sul podem ser alvo de uma escolha livre, em relação à forma mais adequada face à ventilação e iluminação natural.

A forma sugerida pelo autor, no que diz respeito às dimensões mais ajustadas para a cidade de Tielmes difere ligeiramente da cidade anterior. No caso da orientação voltada a norte a forma referida deixa a de ser pequena, como acontecia para Navacerra e passa a ser média, podendo tal facto ser explicado pelas menores necessidades de radiação solar e, pela ideia de que quanto mais pequena for a abertura registar-se-á menor perda de energia ou maior eficiência energética. A forma das restantes orientações para a presente cidade é semelhante à anterior. Por esse motivo, todos os tamanhos das janelas sugeridos pelo autor serão superiores, independentemente da sua orientação.

Em síntese, a respeito da forma e da dimensão dos vãos envidraçados das janelas é possível reter que nos pisos inferiores as aberturas deveriam ser superiores em relação às dos pisos superiores, em consequência de uma maior obstrução solar, exigindo estas a maximização da radiação solar ocorrida em determinadas horas do dia.

Forma das Aberturas

As janelas predominantemente verticais, através da sua altura, ao possuir uma área máxima de abertura menor do que a área total da banda limitam a taxa de ventilação efectiva, segundo GIVONI.

As janelas de deslizamento horizontal apresentam, por seu turno, variações horizontais de fluxos de ar mais marcantes do que aquelas que ocorrem quando o plano é vertical, ou seja, revelam um menor controlo dos padrões de fluxo de ar em virtude de um fluxo maior.

Protecções das Aberturas

O tipo de protecções a serem tidos em consideração nos edifícios pode ser do tipo de sombra fixa ou de sombra operável.

As *sombras fixas* podem ser do tipo horizontal e vertical com a possibilidade de serem combinadas de diferentes formas. Estes acessórios são normalmente uma parte integrante da estrutura da construção, dependendo os seus padrões de sombra diurnos e anuais do ângulo de incidência dos raios solares. A sua principal vantagem reside no facto de não necessitarem de estar constantemente a ser manipuladas pelo homem. Um exemplo importante deste tipo de protecção é o estore no lado exterior do edifício cuja descida associada a uma abertura da janela constitui, em dias quentes, uma importante forma de arrefecimento das temperaturas interiores dos edifícios, ao impedir a penetração dos raios solares.

No entanto, existe uma possibilidade bastante diversificada de aplicação de protecções solares no momento da construção de um edifício, de modo a evitar a radiação solar directa e, simultaneamente, possibilitar as respectivas sombras geradas pelas obstruções, como é possível observar na *fig. 49.*

Para a determinação de uma sombra é necessário o conhecimento dos movimentos de rotação terrestre e de translação da terra à volta do sol que permitam calcular a altura do sol e o azimute, sendo tal conseguido através da representação de diagramas solares a que os profissionais da arquitectura recorrem com frequência. Estes diagramas devem, no entanto, no caso de um clima temperado, ser estudados atendendo ao período em que para cada clima local se registam as principais necessidades de arrefecimento. Contudo, convém notar que o estudo de diagramas solares com vista a uma protecção

adequada não pode esquecer as necessidades extremas de necessidade de aquecimento típica deste tipo de climas, sobretudo, durante o Inverno.
Dada uma forte dualidade em termos de necessidades bioclimáticas, nos climas temperados, este tipo de sombras, caso não sejam bem programado, pode ser preterido em prol de protecções solares operáveis, ou seja, ajustáveis perante exigências térmicas impostas pela sazonalidade.

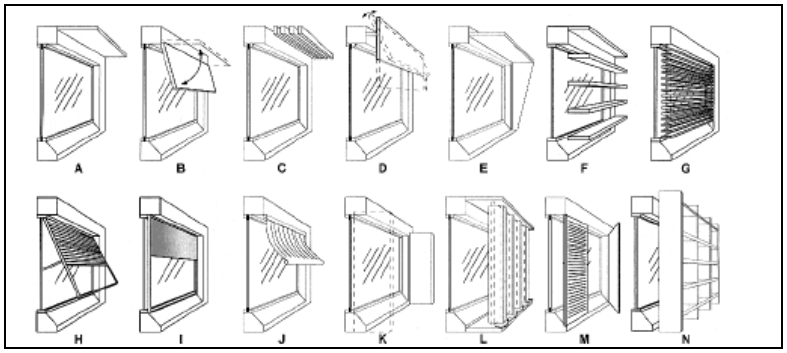


Figura 49 – Exemplos de sistemas de protecção solar exteriores de janelas

As *sombras operáveis* podem ser externas ou internas ao vidro, resultando desta diferença um distinto desempenho térmico. A configuração dos dispositivos destas sombras apesar de exigirem um cuidado de vigilância permanente, assim como cuidados de manutenção, permitem um respectivo ajuste, diário ou sazonal, aos padrões de mudança do movimento do sol e, consequentemente, respectivas necessidades de sombra.

O tipo de opções a considerar em termos de protecção solar não se restringem a sombras fixas ou operáveis, devendo incorporar-se uma reflexão em torno das vantagens e desvantagens das *protecções exteriores* e *interiores* à janela.
Segundo MENDONÇA (2005, p.34), os *dispositivos exteriores* são mais eficientes para dar resposta a necessidades de arrefecimento, resultantes de um sobreaquecimento que ocorre durante o verão nos climas temperados do sul. A justificação desta escolha preferencial em contextos climáticos onde se pretende, maioritariamente, um arrefecimento reside no facto da ventilação conseguida no exterior permitir a dissipação de calor absorvida pela parede e reflectida pelo vidro.

Os *dispositivos interiores*, como é o caso dos estores, por sua vez serão mais adequados quando as necessidades prioritárias são de aquecimento, uma vez que permitem um acréscimo de ganhos solares.

Para uma comparação um pouco mais aprofundada das possíveis diferenças verificadas entre protecções exteriores e interiores, é apresentada uma tabela com o valor de factor solar (percentagem de energia que passa um envidraçado em relação à energia incidente) atendendo a alguns tipos de protecção solar mais comuns, na qual constam as diferenças encontradas para as mesmas com vidro simples ou vidro duplo, bem como com cores diferentes (*tabela 6*).

Tabela 6 – Valores de factor solar de alguns tipos de protecção solar de vãos envidraçados

		Vidro Simples Cor da protecção			Vidro duplo Cor da protecção		
		Clara	**Média**	**Escura**	**Clara**	**Média**	**Escura**
Protecções Exteriores	Portada de madeira	0,04	0,07	0,09	0,03	0,05	0,06
	Persiana de madeira	0,05	0,08	0,1	0,04	0,05	0,07
	Persiana metálica ou plástico	0,07	0,1	0,13	0,04	0,07	0,09
	Estore veneziano de madeira	-	0,11	-	-	0,08	-
	Estore veneziano metálico	-	0,14	-	-	0,09	-
	Estore de lona opaco	0,07	0,09	0,12	0,04	0,06	0,08
	Estore de lona pouco transparente	0,14	0,17	0,19	0,1	0,12	0,14
	Estore de lona muito transparente	0,21	0,23	0,25	0,16	0,18	0,2
	Pala (ou equivalente) c/ sombreamento total de Junho a Setembro	-	0,25	-	-	0,22	-
Protecções Interiores	Estores de lâminas	0,45	0,56	0,65	0,47	0,59	0,69
	Cortinas Opacas	0,34	0,45	0,57	0,39	0,54	0,63
	Cortinas pouco transparentes	0,36	0,47	0,59	0,39	0,54	0,63
	Cortinas muito transparentes	0,39	0,5	0,61	0,42	0,55	0,68
	Portadas de madeira	0,30	0,4	0,5	0,35	0,46	0,58
	Persianas de madeira	0,35	0,45	0,57	0,4	0,55	0,65

Fonte: RCCTE

Assim, é possível perceber que a utilização do vidro duplo permite reduzir ligeiramente o factor solar quando se associam protecções exteriores, independentemente do material, o que significa que em situações de necessidade de arrefecimento pode ser considerado; Contudo, quando o vidro duplo é acompanhado de protecções interiores, a percentagem de energia que trespassa o envidraçado aumenta, qualquer que seja a protecção usada.

Outro dos aspectos a reter a propósito de uma comparação entre protecções interiores e exteriores, é que as primeiras podem constituir, sobretudo, uma mais valia em contextos climáticos reveladores de períodos de calor intensivo e em locais onde os aspectos da envolvente não favoreçam o arrefecimento. Todavia, cenários espaciais que possam usufruir de aspectos da envolvente que contribuam para amenizar os picos de calor, nomeadamente, aqueles que beneficiam da presença marítima ou ribeirinha, poderão optar pela instalação de protecções interiores nas habitações. Tal facto deverá tomar em consideração o facto de um contexto climático moderador no verão, enfrentar problemas resultantes da conjugação das baixas temperaturas do Inverno associadas a elevados índices de humidade absoluta, responsáveis por um acréscimo da sensação de frio.

As escolhas de protecções solares, interiores ou exteriores, são bastante diversificadas sendo, no entanto, de salientar a frescura no ambiente interior produzida pela utilização de portadas de madeira instaladas no exterior que apresentam valores de factor solar reduzidos (0,04, no caso de cor clara e sem vidro duplo). Em oposição, os estores de lâminas escuros associados a um vidro duplo revelam-se recordistas em termos de rentabilização de energia que atinge o interior do edifício (0,69).

4.2.3.7 Propriedades termodinâmicas dos materiais constituintes

As propriedades termodinâmicas dos materiais relacionam-se principalmente com a capacidade de absorção e reflexão dos diversos materiais em relação à luz e ao calor, dependendo das suas propriedades físicas, como densidade, textura e cor, as quais são expressas pelo seu albedo, absorção, emissividade, segundo SOUZA (2004).

As opções dos materiais mais adequados ao projecto de edificação devem atender às necessidades bioclimáticas específicas atendendo ao contexto climático exterior. Ora, para que tal seja possível torna-se crucial o conhecimento de alguns princípios básicos do comportamento térmico dos materiais, nomeadamente, daqueles que são utilizados na construção civil.

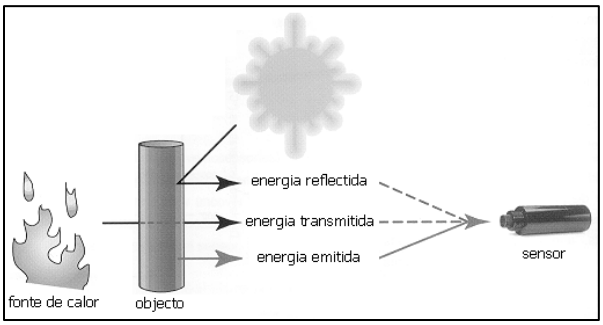
Como já fora referido anteriormente, existem três formas possíveis de transmissão de calor, nomeadamente, a de *condução* (onde a transferência de energia é feita por contacto entre dois corpos, podendo estes ser sólidos, líquidos ou gasosos); a de *convecção* (resultante do contacto entre dois corpos, sendo necessário que pelo menos um deles constitua um fluído); e de *radiação* (em que verifica uma dupla transformação de energia, em que uma parte de calor de um corpo com maior temperatura é convertido em energia radiante que irá alcançar o corpo de temperatura inferior, sendo esta novamente transformada em calor).

Desta última situação, ou seja, da energia radiante de um corpo, parte dela será absorvida por um outro, encontrando-se tal dependente das propriedades da superfície receptora. Quando um *corpo* é *negro*, ele mostra-se capaz de absorver toda a radiação que incide sobre ele em qualquer comprimento de onda, já um corpo não negro, designado por um *corpo real* as suas superfícies só serão capazes de emitir uma determinada parte de energia.

Este parâmetro que determina a capacidade de emissão é conhecido por emissividade, a propriedade que mede a capacidade de um corpo emitir energia.

Outras propriedades de um corpo ajudam a compreender a resposta que cada um pode assumir quando é alvo de energia incidente, quer este seja solar ou resultado de outras fontes de calor, como por exemplo, a combustão. Assim, a propriedade de um corpo que mede a sua capacidade de absorver energia é dada pela *absorvidade*, a de transmitir é designada por *transmissividade* e, por último, a de reflectir é denominada por *reflectividade*.

Tais propriedades podem ser entendidas, num corpo não negro, em que uma parte da radiação total incidente é absorvida (na proporção que depende da propriedade da superfície receptora, representada pela emissividade), podendo ser o restante ser reflectida na superfície e transmitida através do corpo, como é possível observar através da *fig.50.*



Fonte: Raytek, citada por Instituto Superior Técnico, Trindade, 2004

Figura 50 – Formas de transmissão de calor através dos materiais

O conhecimento das propriedades termodinâmicas dos materiais é fundamental, no contexto dos critérios bioclimáticos aplicados no planeamento urbano e do projecto arquitectónico, uma vez que permite rentabilizar ganhos ou perdas de calor, consoante as principais necessidades.

Contudo a consideração do desempenho térmico dos materiais deve ter presente as diferenças de comportamento encontradas entre as respostas à radiação perante materiais opacos e materiais transparentes. Os primeiros podem ser compreendida através do papel desempenhado pela *cor das paredes* e *das coberturas*, do respectivo *tipo de material e de revestimento,* enquanto os segundos exigem uma reflexão sobre o comportamento térmico, por exemplo, das janelas.

a) Materiais Opacos

"Os elementos opacos de um edifício poderão desempenhar funções tanto de aquecimento como de arrefecimento" (EUROPEAN COMMISSION & all. 2003, p.64). Contudo, antes de uma breve exposição sobre os parâmetros de construção com diferentes desempenhos térmicos, valerá a pena explicar o comportamento de um material opaco perante a radiação solar.

Neste tipo de material *"a transmissão de calor ocorre quando há diferença de temperatura entre as superfícies interior e exterior e o sentido do fluxo será sempre da superfície mais quente para a superfície mais fria"* (ADRIAZOLA, 2002, p.19).

Uma determinada superfície, seja ela vertical ou horizontal, quando é alvo de incidência da energia resultante da radiação solar ela assumirá dois possíveis comportamentos: o da *reflexão* e o da *absorção.* Por outras palavras, a energia radiante pode ser absorvida ou reflectida, cujos comportamentos encontrar-se-ão dependentes da natureza e da cor da superfície. *A fig. 51* ajuda a compreender o balanço térmico ocorrido numa superfície opaca.

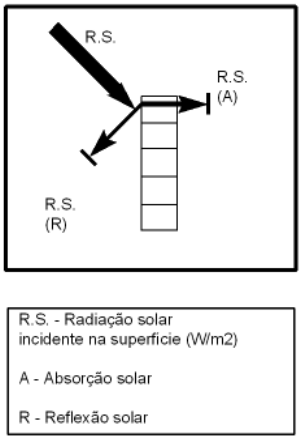


Figura 51 - Radiação Solar em Superfícies Opacas

b) Cor das paredes

De uma panóplia de materiais que a construção civil recorre para a edificação, é possível distinguir de modo simples a existência de materiais transparentes que permitem a transmissão directa de uma parte substancial da radiação solar e de materiais opacos caracterizados por absorverem e reflectirem a energia incidente. Ora, a sua capacidade de reflectirem encontra-se dependente da respectiva cor. Por outras palavras, o desempenho térmico das edificações é fortemente influenciado pela sua cor exterior dos materiais opacos. A experimentação de diferentes cores pode resultar num comportamento de reflectância relativamente à radiação solar muito distinto, através da utilização da técnica espectrofotométrica.

As cores claras são conhecidas por um efeito de reflexão solar superior às restantes possuindo, portanto, um valor de absorção solar diminuto. O mesmo será dizer que estas cores são aquelas que revelam os valores de albedo, entendido como a relação entre a radiação de ondas curtas reflectidas e radiação incidente, mais elevado. BARROSO-KRAUSE et al. (2005) apresentam uma lista de cores utilizadas nas paredes exteriores dos edifícios, fazendo corresponder uma respectiva percentagem de albedo. Segundo o autor, a percentagem de reflexão de qualquer cor é medida em relação à cor branca.

Tabela 7 – Reflectividade da cor dos materiais de construção
Fonte: BARROSO-KRAUSE et al. (2005)

Cor Material das Paredes Exteriores	(%) de Reflexão
Amarela	30-70
Azul	5-55
Bege	25-65
Branca	85-95
Cinzenta	25-60
Creme	60-68
Preta	4-8
Rosa	35-70
Verde	12-60
Vermelha	10-35

Através de uma análise à *tabela 7,* é possível verificar um máximo de reflexão de superfícies de cor branca (85-95%), seguida da cor creme (60-68%). Em oposição, as superfícies de cor com maior capacidade de absorção e, por isso, de menor capacidade reflectiva são as pretas (4-8%) e a azul (5-55%), sendo intervalo desta última significativo dada a diversidade de tons é possível encontrar.

Deste modo, atendendo às necessidades climáticas de uma determinada edificação, enquanto resultado das suas condições naturais e, respectiva envolvente, é possível rentabilizar a

reflexão solar através do uso de cores claras para situações de arrefecimento ou de cores escuras se o objectivo for de maximizar o aquecimento dada a sua maior capacidade de absorção de calor. O uso das cores dos materiais de construção, influentes nos valores de reflectância, deverão ainda ser tomados em consideração perante situações que se pretenda reduzir as «ilhas de calor urbano» através de opções de reduzido albedo que permitem uma menor transferência do calor para o ar (PRADO & all., 2005).

A propósito das propriedades radiantes das superfícies de diferentes cores, GIVONI (1998) nota que as cores das paredes conseguem determinar os efeitos quantitativos de radiação solar da sua orientação. No caso das paredes brancas, o efeito da orientação é muito menor, ao invés, das paredes com cores escuras que reforçam o papel da orientação na temperatura exterior envolvente ao edifício e no seu interior.

Não é, portanto, de estranhar que a Sociedade Portuguesa de Energia Solar refira como uma técnica de arrefecimento, o designado "arrefecimento radiativo". A emissão de radiação por parte do "envelope do edifício" ocorrem, quer durante os períodos diurnos, quer nos períodos nocturnos sendo, contudo, durante a noite que os seus efeitos se fazem sentir, dada a ausência de radiação solar (*fig. 52)*.

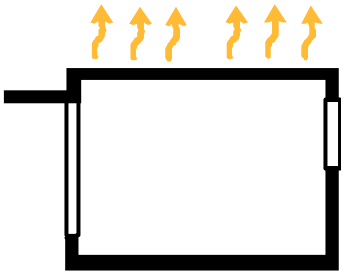


Figura 52 – Influência da reflectividade na temperatura do edifício

c) Cor das coberturas

À semelhança da cor das paredes, também a cor das coberturas dos edifícios revelam um efeito importante, em termos de diferenças de temperatura do interior dos edifícios. Num estudo realizado em Israel, procedeu-se à monitorização da temperatura interior de duas casas, uma com telhado branco e outra com telhado cinzento. Os resultados de tal estudo indicaram que com um máximo de temperatura exterior de cerca de 29º C a temperatura máxima da superfície de um telhado branco era de 31º C, cerca de 2º C superior ao máximo da temperatura exterior e, simultaneamente, a temperatura do interior era cerca de 1º C inferior à temperatura do exterior. Em contrapartida, um telhado de cor cinzenta apresentava uma temperatura máxima exterior de 27,5º C, uma temperatura na envolvente do telhado de cerca de 60º C e um máximo da temperatura interior de 32º C, superior em cerca de 4,5º C ao máximo da temperatura exterior (GIVONI, 1998).

d) Revestimento das Paredes

Outro parâmetro a ser tomado em consideração no comportamento dos materiais opacos, para além da cor, passa pelo tipo revestimento das paredes de um edifício. A *tabela 8* permite observar os diferentes níveis de absorção da energia solar incidente numa superfície. As diferenças encontradas devem ser utilizadas como um leque de opções passíveis de ser adoptadas, atendendo às prioridades de conforto térmico, que podem passar por um reforço de promoção de ganhos solares, ora por um esforço inverso cuja necessidade preferencial consiste na redução desses mesmos ganhos. Numa situação em que predominam as necessidades bioclimáticas de aquecimento fará sentido a utilização de materiais de revestimento de elevada absorção que permitam uma transferência de calor para o interior do edifício, através da condução.

Tabela 8 – Absorção de diferentes tipos de superfícies

Absorção de Superfícies

Tipo de Superfícies		Absorção
Chapa de Alumínio		0,05
Chapa de Alumínio (oxidada)		0,15
Chapa de aço galvanizada		0,25
Caiação nova		0,12/0,15
Concreto aparente		0,65/0,80
Telha de barro		0,75/0,80
Tijolo aparente		0,65/0,80
Reboco claro		0,30/0,50
Revestimento asfáltico		0,85/0,98
Vidro comum de janela		Transparente
Pintura	*Branca*	0,2
	Amarela	0,3
	Verde claro	0,4
	"Alumínio"	0,4
	Verde Escuro	0,7
	Vermelha	0,74
	Preta	0,97

e) Massa Térmica

Na consideração do comportamento térmico de um determinado material de construção do qual irá depender a temperatura interior de um edifício, enquanto resultado das suas diferentes capacidades de absorver, emitir ou de reflectir a radiação é importante acrescentar a sua massa térmica *"responsável pelo atraso entre o fornecimento de calor e o aumento da temperatura no interior do edifício",* segundo LANHAM & all. (2004, p.21).

É, em função da densidade, da condutibilidade térmica* e do calor específico dos materiais que estes realizam um tempo de atraso na passagem de energia (inércia térmica), sendo que quanto mais elevada esta for, superior será o seu tempo de atraso. A este propósito, num estudo apresentado por GIVONI (1998) é referido que as diferenças máximas entre arrefecimento e aquecimento das paredes foram superiores nas paredes finas quando comparadas nas paredes grossas.

A inércia térmica pode ser definida como *"é uma propriedade de volume que fisicamente indica a resposta térmica do material à uma variação de fluxo de calor incidente sobre sua superfície, e está relacionada com à resistência do material a mudanças de temperatura"* (PACHECO & all., 1996). Se um determinado edifício possuir uma baixa inércia térmica será alvo de algumas particularidades, nomeadamente, da capacidade de aquecer muito rapidamente durante o dia e, simultaneamente, arrefecer de modo célere durante a noite. Pelo contrário, um edifício com uma elevada inércia térmica apesar de demorar mais tempo a aquecer e, não chegar a atingir temperaturas máximas tão elevadas como o anterior, vai armazenando calor durante o dia, permitindo-lhe a sua libertação durante a noite, em períodos mais frios, segundo LANHAM & all. (2004). Estas vantagens são, sobretudo, importantes durante o verão, uma vez que permitem que os edifícios constituam um ponto de abrigo perante as adversidades do exterior durante o dia, assim como a libertação do calor acumulado durante a noite através da ventilação realizada, por exemplo, através de uma janela aberta.

Por outras palavras, é possível caracterizar os edifícios de materiais de construção de elevada inércia térmica como aqueles que sofrem um *tempo de atraso* da sua temperatura interior em relação à temperatura exterior, assim como aqueles que conseguem causar um *amortecimento* dos picos de temperatura interior. Materiais como o betão, o tijolo maciço são exemplos de materiais compactos com grande capacidade de armazenamento térmico, sendo recomendados em sistemas de ganho directo, ou seja, na captação de radiação solar para o interior. Outros materiais, como o granito caracterizam-se por uma elevada massa térmica sendo, por isso, o seu uso mais vantajoso, do ponto de vista térmico, para a construção de edifícios que necessitem de arrefecimento, uma vez que retardam a resposta do edifício perante as condições exteriores, restringindo as variações de temperatura interior.

Em climas de Verões quentes e Invernos frios, a massa térmica constitui, assim, um aspecto que não deve ser descurado ao nível da edificação, devendo a sua importância crescer à medida das necessidades de radiação solar e de ventilação observada num estudo prévio sobre as condicionantes naturais e urbanísticas. Deste modo, em situações onde ocorram elevadas classificações de temperaturas resultantes extremas (da combinação dos elementos climáticos: radiação solar, ventilação e humidade) podendo ser elevadas ou reduzidas é essencial um investimento neste aspecto de construção!

É de salientar, que os aproveitamentos resultantes em materiais de elevada massa térmica podem ser realizados quer através das paredes (destaque para as paredes de tijolo de argila, blocos de betão e taipa que apresentam características de elevada inércia térmica), quer através da própria lage do edifício (EUROPEAN COMMISSION & all. 2003).

f) Isolamento

A importância do isolamento de um edifício relaciona-se com o facto de, por um lado, impedir que a temperatura exterior penetre no interior do edifício e, por outro lado, assegurar que não se realizem perdas de calor do interior para o exterior do edifício.

O isolamento de um edifício poderá colocar-se nas *paredes* (interiores e exteriores), nas *coberturas* e nos *pavimentos*.

O isolamento colocado numa parede exterior produzirá um efeito distinto daquele que verificar-se-á caso este seja colocado no interior. Um isolamento colocado no exterior da parede deve ser utilizado quando as flutuações da temperatura do ar são reduzidas, uma vez que o espaço interior levará mais tempo à aquecer e a arrefecer.
Um isolamento colocado pelo interior de uma parede será responsável por uma redução do tempo de resposta e da energia necessária para aumentar a temperatura no interior (EUROPEAN COMMISSION & all., 2004).

Uma terceira aplicação de isolamento nas paredes é possível através do isolamento na caixa-de-ar, podendo esta encontrar-se total ou somente parcialmente preenchida, dependendo do tipo de clima. As vantagens deste tipo de utilização, mais vulgarmente utilizada na Europa, residem no facto de permitirem alguma inércia térmica da parede, a redução de risco de condensações e problemas associados a *pontes térmicas*.

A Sociedade Portuguesa de Energia Solar defende que o isolamento deve ser colocado no interior de uma parede dupla, caso exista caixa-de-ar, ou de forma continuada pelo exterior do edifício. Algumas desvantagens são referidas no que diz respeito às opções de isolamento pelo interior da parede ou mesmo no interior de uma parede.

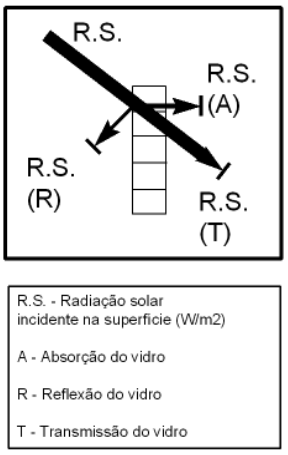
A utilização de isolamento pelo interior, apesar de constituir uma solução mais barata, conduz a uma redução da dimensão dos compartimentos, exigindo a reposição de muitos elementos, nomeadamente, de canalizações, fios eléctricos, rodapés, entre outros. Além destes inconvenientes é também responsável por uma perda de massa térmica do edifício que seria importante enquanto fonte de armazenamento térmico.

O uso de isolamento no interior de uma parede não tem qualquer efeito em termos de afectação da dimensão dos compartimentos, permitindo que o pano interior funcione como massa térmica. Este tipo de localização do isolamento permite que este fique bem protegido, contudo, é necessário alguma perícia técnica, para se conseguir que uma parede fique homogeneamente isolada, sob pena de favorecer o aparecimento de pontes térmicas, dando origem à penetração de humidade em zonas em que a parede se encontre com as coberturas, pilares e vigas, entre outras componentes.

A utilização de isolamentos na parte exterior de um edifício apresenta múltiplas vantagens que passam por: i) isolar por completo as paredes do edifício, evitando a possibilidade de pontes térmicas; ii) possibilitar que o edifício continue ocupado, caso se trate de uma renovação do edifício; iii) apresentar custos de manutenção inferiores às outras soluções; iv) permitir a utilização de massas térmicas do edifício, como modo de armazenamento de calor, evitando as oscilações de temperatura; v) assegurar uma melhor resistência do invólucro face às condições climáticas, bem como uma melhoria do edifício, em termos de aspecto exterior.

g) Materiais Transparentes

O estudo do comportamento térmico dos materiais usados na arquitectura reflectem diferenças que não se restringem somente à variedade de superfícies opacas encontradas. As superfícies transparentes assumem um comportamento específico ao qual um projectista não pode ficar indiferente. Um exemplo concreto de uma destas superfícies é o vidro que constitui um elemento essencial devido ao facto de permitir uma ligação visual com o exterior, por parte dos utilizadores de um determinado edifício. No entanto, se uma superfície envidraçada se revelar desajustada perante um determinado contexto climático ela poderá originar graves problemas, ao nível acústico, económico e, sobretudo, térmico.



Em materiais transparentes, *"a intensidade do fluxo térmico que atravessa uma parede transparente, deve incorporar, além do que foi considerado para as paredes opacas, a parcela que penetra por transparência"* (ADRIAZOLA, 2002, p.19). Para uma melhor compreensão do que acontece quando uma superfície transparente, ou um vidro, é alvo da incidência dos raios solares, é apresentado o balanço térmico dado pela *fig. 53.*

Figura 53 – Radiação solar em superfícies transparentes

Deste modo, é possível compreender que cada vez que a radiação solar incide numa superfície transparente, o seu total será distribuído entre a reflexão, a absorção e a transmissão. Ora, após a absorção de energia parte desta será transmitida ao interior, onde é absorvida e reflectida pelas paredes e objectos da casa.

Porém, com o objectivo de atenuação dos efeitos térmicos gerados pelo vidro comum, têm sido desenvolvidos esforços de alteração das suas características "típicas", isto é, tem sido possível alterar o peso que cada componente do vidro desempenha, em termos, de transmissão, absorção e reflexão, como é possível perceber através de uma leitura da *tabela 9.*

Tabela 9 – Comportamento térmico de alguns vidros

Comportamento térmico de alguns vidros, segundo RIVERO (1986)

Tipo de vidro	Transmissão	Absorção	Reflexão
Comum	0,85	0,07	0,08
Absorvente claro	0,52	0,41	0,07
Absorvente médio	0,31	0,63	0,06
Absorvente escuro	0,09	0,86	0,05
Reflector médio	0,25	0,42	0,33
Reflector escuro	0,11	0,42	0,47

Fonte: Rivero (1986)

É chegado o momento de síntese dos principais aspectos que interferem nas condições térmicas de um território e que poderão ser incluídas numa análise desejada. Tal exercício deverá portanto atender a distintas opções e escalas de integração, à semelhança da implementação de algumas políticas de sustentabilidade, apontando alternativas de habitação, realizadas em Andaluzia (DIEGO, 1996). Assim, os exemplos a serem estudados deverão considerar as diferenças verificadas ao nível da escala local (inclui factores topográficos, de exposição de vertentes, de declives, de proximidade a massas de água), à escala urbanística (geometria urbana, densidade urbana, volumetria) e à escala do edifício (idade, tipologia, materiais de construção, revestimentos, orientação edifícios, características das aberturas).

A propósito da importância concedida ao estudo de uma escala integrada que não dispensa a compreensão das vários usos do solo com funções climáticas e, simultaneamente, o impacte dos elementos climáticos no próprio desenho urbano, DIEGO (1996) afirma *"que há práticas que são sustentáveis em pequenas doses e insustentáveis se utilizadas enquanto solução generalizada noutras situações com outras densidades urbanas"*. A mesma autora acrescenta que através de uma leitura da

realidade que parte de níveis mais amplos até aos mais restritos é possível melhorar as possibilidades para as actuações das escalas seguintes (*fig. 54)*.

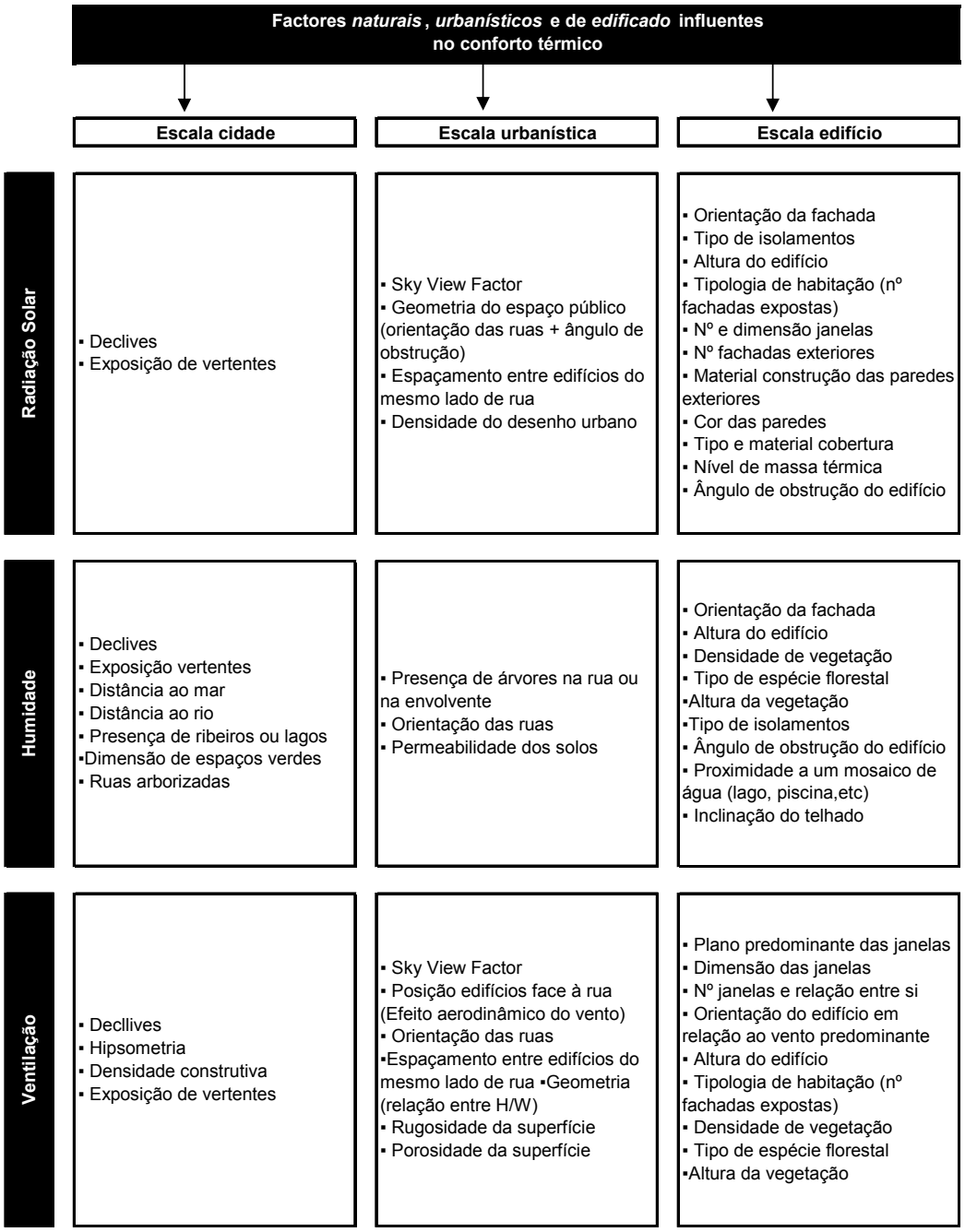
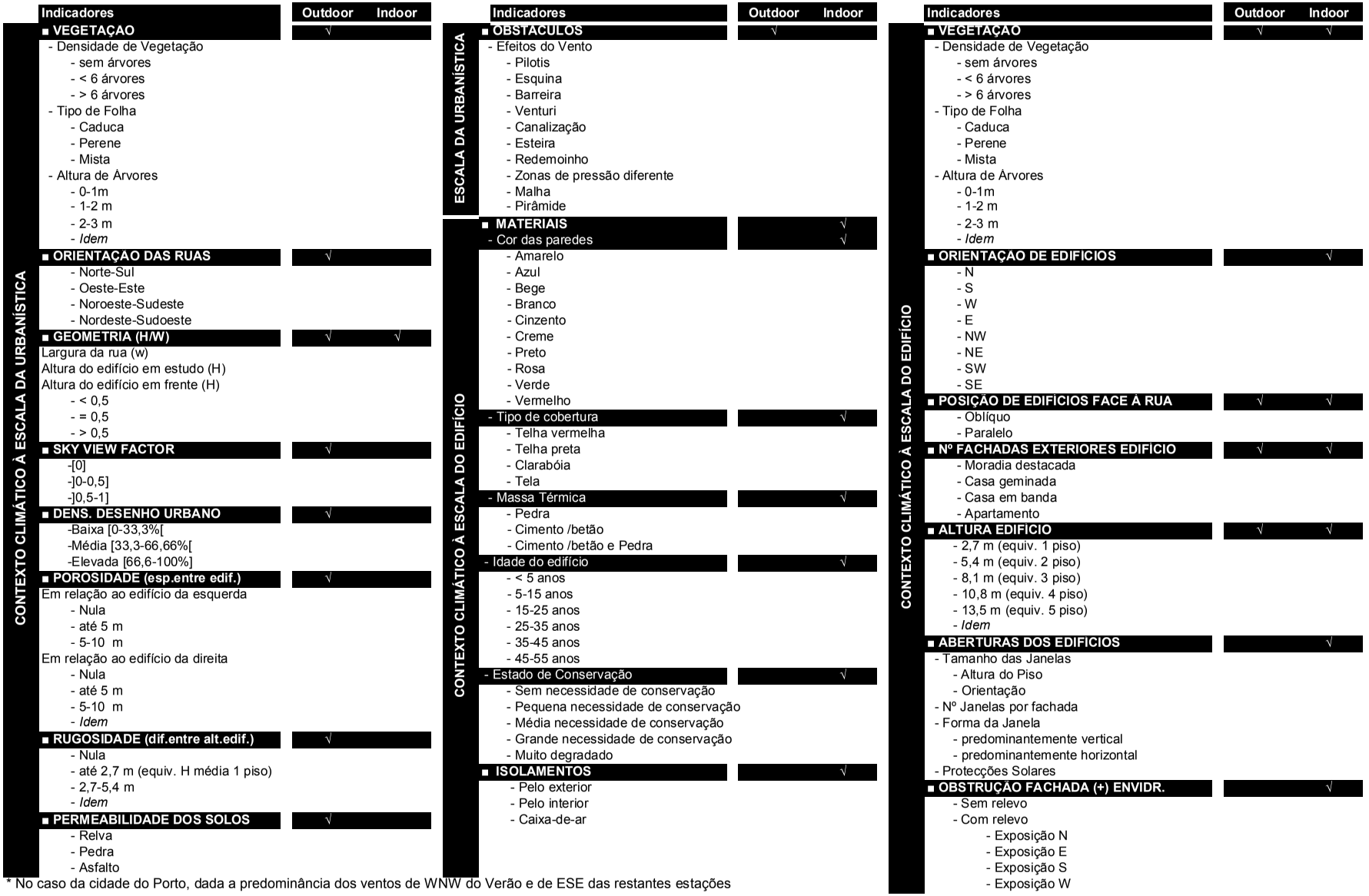


Figura 54 – Factores de diferente escala territorial influentes nos contextos térmicos indoor e *outdoor*

4.2.4 Condicionantes espaciais do micro-clima *outdoor* e *indoor*

A síntese de aspectos a diferentes escalas, com impacte nas condições térmicas de um território, deverá distinguir os aspectos que poderão influenciar no conforto térmico dos transeuntes daqueles que reflectir-se-ão nos níveis de conforto de residentes e utilizadores de edifícios. Os primeiros serão os que melhor caracterizarão as interferências nos contextos climáticos *outdoor*, enquanto que os segundos poderão ajustar-se às necessidades bioclimáticas em contextos climáticos *indoor* (*fig.55).*



* No caso da cidade do Porto, dada a predominância dos ventos de WNW do Verão e de ESE das restantes estações

Figura 55 – Identificação de condicionantes espaciais do micro-clima *outdoor* e *indoor*

4.3. Recomendações bioclimáticas para o planeamento urbano

	AQUECIMENTO				ARREFECIMENTO		
Necessidades	**Ganhos de Radiação solar**	**Ganhos de Absorção solar**	**Protecção à Ventilação**	**Perdas ou redução de Radiação Solar**	**Sombra**	**Evaporação**	**Rentabilização da Ventilação**
ESCALA LOCAL	■ Rentabilização da exposição sul, aquela que recebe maior radiação, independentemente, do declive	■ As áreas de altitude elevada permitem uma maior absorção da energia incidente, dada a menor Q de radiação aborvida pela atmosfera.	■ Opção por locais protegidos ao vento através de barreiras orográficas, por exemplo, em vertentes a sotavento ■ Em áreas litorais, aproveitamento do relevo marginal enquanto barreira protectora ao vento marítimo ■ Evitar a construção em áreas montanhosas com altitude superior a 500 metros, especialmente, em situações com linhas de cumeada triangulares	■ Opção por locais com relevo acentuado e exposição voltada a norte	■ Criação de espaços verdes que permitam consituir abrigos aos raios solares, nomeadamente, em vertentes a norte ou aproveitando a obstrução resultante de uma barreira orográfica ou física	■ Opção por áreas verdes de elevado teor de humidade (p. ex.:plantação de espécies folhosas) em áreas bem ventiladas ■ Escolha de locais marítimos e/ ou ribeirinhos	■ Aproveitamento da intensificação do vento em lugares com altitudes superiores a 500 m (podendo variar entre 500-1000 m) ■ Os locais/ edifícios de *montanha* podem rentabilizar a sua ventilação diuma resultante dos ventos anabáticos ■ Os lugares/ edifícios localizados em vertentes de *vale encaixado* podem retirar partido da intensificação da velocidade dos ventos resultantes de estrangulamentos do vale ■ Os locais/edifícios no topo de montanha podem usufruir da aceleração máxima do vento quando atinge o cume (esta estratégia, contudo, não deve descuidar os cuidados a ter com os potenciais excessos de radiação solar) ■ Os locais/edifícios próximos do mar ou do rio podem beneficiar das brisas marítimas (sobretudo durante o dia) e de vale (durante a noite), respectivamente ■ Os locais/ edifícios localizados em vertentes podem beneficiar dos ventos catabáticos durante a noite
MICRO-ESCALA	■ Consideração de um espaçamento suficiente entre edifícios cujas fracções dependam de uma fachada única, de modo a evitar a obstrucção solar. O cálculo do ângulo de obstrução entre edifícios deve atender à altura máxima do sol no solstício de Dezembro. ■ A altura da edificação deve ser escolhida de acordo com a largura da rua	■Utilização de materiais de pavimentos absorventes (de baixo albedo) ■ Preferência por uma planta compacta mas que respeite o ângulo máximo da altura do sol no solstício de Inverno	■ Opção por uma média ou elevada malha urbana	■ Implantação de soluções de pavimentação de médio ou elevado albedo ■ Evitar ângulos de obstrução solar inferiores a 45 °	■ Plantação de árvores em áreas que necessitem de sombreamento ■ Colocação de vegetação nas ruas, sobretudo, naquelas que têm uma orientação N-S ■ Em caso de ruas estreitas, a plantação de árvores deve ser feita no lado voltado a oeste	■ Utilização de mosaicos de água artificiais (p. Ex.: fontes, xafaris) que permita um arrefecimento do ar por evaporação directa ■ Criação de espaços verdes em densidades equilibradas, sob pena de propiciarem um excessivo teor de humidade	■ Opção por plantas de reduzida densidade ■ Construção de edifícios nas ruas deve permitir o respeito por um índice de 0,5 resultante da relação entre altura do edifício e largura das ruas ■ Construção de edifícios, alinhados numa rua, de altura diversificada permite evitar o efeito de canalização do vento (sobretudo quando a construção é em altura) ■ Localização de edifícios afastados entre si ■ Atenção à ordem de construção de edifícios de diferente altura - perante uma direcção predominante dos ventos, os edifícios de altura reduzida
EDIFÍCIO	■ Opção por aberturas em fachadas viradas a S, SW ou SE ■ Em caso, de necessidade de colocação de janelas nas orientações (N, NW e NE), estas devem ser de reduzidas orientações ■ Eliminação ou restrição de obstrucções solares ■ Colocação de uma grande abertura em vidro na fachada sul	■ Utilizações de cores escuras nas paredes exteriores e na cobertura dos edifícios devendo encontrar-se muito bem isoladas ■Opção por tipos de edifícios com superfícies exteriores reduzidas (ex: prédios ou casas em banda) ■Utilização de protecções interiores dos edifícios (p.ex.: estores de lâminas escuros) ■ Opção por isolamentos preferencialmente no exterior ■ Utilização de vidros duplos ■ Utilização de materiais de elevada massa térmica (c/desfasamentos > 8 h) permite o armazenamento de calor produzido por ganhos solares, permitindo o seu uso quando as temperaturas do interior diminuem ■Construção de uma parede trombe ■ Criação de pátios interiores acristalados ■ Utilização de fortes isolamentos entre o solo e as casas térreas ■ Utilização de caixilhos nas janelas com elevado poder de isolamento térmico ■ Utilização de vidros de insolação	■ Evitar a construção de edifícios perpendicularmente em relação aos ventos predominantes ■ Opção por edifícios de altura reduzida ■ Preferência por aberturas predominantemente verticais, ao invés, das horizontais ■ Evitar o excesso de ventilação cruzada ■ Evitar que as janelas onde passam os fluxos de saída predominantes apresentem uma dimensão superior em relação às janelas de fluxos de entrada ■ Atenuar a exposição do edifício em relação aos ventos através da canalização dos ventos nas ruas ■Reduzir a área das superfícies expostas aos ventos dominantes	■ Utilização de cores claras nas paredes do exterior e na cobertura do edifício ■ Opção por tipos de edifícios com superfícies exteriores médias ou elevadas ("casa solta" e casas geminadas) ■ Utilização de materiais de isolamento transparente em edifícios onde as perdas de calor são superiores aos ganhos mas cuja radiação solar é fundamental para iluminação natural ■ Evitar construir edifícios em vertentes de declive 10 ° com exposição de vertente de SE ou SW ■ Opção por materiais de elevada inércia térmica que permitam um arrefecimento nocturno ■ Enterrar parte do edifício quando estes se lo ■ Reduzir a infiltração do ar exterior quente ■ Utilização de vidros de baixa emissividade	■ Plantação de árvores de folha caduca na fachada mais solarenga da casa ■ Investimento em materiais de construção de elevada massa térmica para armazenamento de calor produzido pelos ganhos solares ■ Utilização de protecções exteriores solares nos envidraçados para sombrear o edifício (palas horizontais, verticais, toldos, persianas, etc)	■ Utilização de chaminés solares para auxiliar a ventilação ■ Construção de mosaicos de água artificiais (lagos, piscinas, repuxos) no exterior do edifício permitindo um arrefecimento do ar por evaporação indirecta	■ Disposição de aberturas em fachadas opostas (ventilação cruzada) ■ Reforço da ventilação no interior de um edifício pode fazer-se através de um dimensionamento inferior da entrada do ar relativamente ao da saída ■ Colocação de tubos horizontais no solo que estabeleçam ligação com interior da casa, apoiados por uma ventoinha ■ Disposição de aberturas em diferentes direcções permitem uma ventilação natural mais homogénea, isto é, pela totalidade do edifício ■ Criação de um ângulo oblíquo entre a parede do edifício e a direcção do vento, no caso de edifícios com aberturas numa única orientação ■ Criação de pátios interiores na edificação ■ Criação de edifícios que permitam o aproveitamento do efeito Venturi ■ Localização de aberturas no lado mais sombreado do edifício ou de forma oblíqua aos ventos predominantes (caso estes sejam frescos)

Figura 56 - Recomendações bioclimáticas para o planeamento urbano

CAP. V – PROPOSTA METODOLÓGICA DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA

"O urbanismo bioclimático deve adequar os traçados urbanos às condições singulares do clima e do território, partindo do princípio que a cada situação geográfica deve gerar um urbanismo característico e diferenciado relativamente a outros lugares. A CADA LUGAR UNA PLANIFICACION."

(HIGUERAS, 2006)

5.1 Proposta metodológica de análise bioclimática aplicada ao território

Na sequência de todas as considerações climáticas referidas até ao presente, partindo da escala regional à local, apresenta-se uma proposta de análise (*quadro 13*) que possa no futuro constituir um suporte de análise para as tomadas de decisão. Tal proposta poderá contribuir para auxiliar as decisões de uso de solo. Se as condições naturais de cada território influenciam o comportamento climático, então, o planeamento urbano não as deve negligenciar tanto mais que se subestimadas podem constituir um risco, e se aproveitadas podem tornar-se num importante recurso natural.

Esta proposta de análise bioclimática poderá ainda servir os *interesses dos promotores nas áreas da arquitectura e de construção* que ao conhecerem as condições naturais do local onde desejam edificar, podem valorizar o seu produto final junto dos seus consumidores, oferecendo um habitat sustentável e integrado na envolvente. Em primeiro lugar, podem reduzir a necessidade de consumo artificial de energia, com recurso a equipamentos electrónicos, para a melhoria do conforto térmico dos seus residentes, evitando custos diários de energia. Em segundo lugar, os edifícios poderão ser valorizados pelo facto de optimizarem os recursos naturais renováveis, como a energia solar, minimizando a produção de dióxido de carbono, responsável pelas alterações climáticas. Em terceiro lugar, os construtores que optarem por esta estratégia de compatibilização entre o ambiente bioclimático e função residencial podem constituir-se como uma atracção privilegiada para os indivíduos mais vulneráveis, aos extremos climáticos.

Assim, apresentaremos as diferentes etapas da sua concepção do edifício, integrando o conhecimento (bio)climático do local. LOUREIRO & all. (s/d) consideram que "as condições climáticas de uma cidade são essenciais para o estudo e a solução de uma edificação ainda na fase de projecto, de modo a garantir uma melhor identificação do edifício com o lugar, considerando o conforto térmico dos indivíduos e a redução do consumo de energia". A este primeiro passo seguir-se-á o conhecimento das condições naturais do seu clima, das condições urbanísticas ou pré-existências e, finalmente, a lista de opções arquitectónicas e de construção adequadas. A cada uma destas fases corresponde uma forma de análise.

Acreditamos que a informação referente à avaliação das condições naturais influentes num determinado comportamento climático deverá ser incorporada nos instrumentos de gestão territorial e, como tal, deve encontrar-se disponível não somente para empresas e instituições, nomeadamente de ordenamento do território, mas alargada a todos os cidadãos. Assim sendo, no futuro próximo as autarquias deveriam procurar tentar integrar o contexto climático do respectivo concelho, uma vez que tal informação permitiria valorizar economicamente o recurso solo também de acordo com o recurso clima!

Quadro 13 – Proposta metodológica de análise bioclimática aplicada ao território

ETAPAS DA ANÁLISE	INFORMAÇÃO ÚTIL aos PDM'S
ETAPA 1 - DIAGNÓSTICO (BIO)CLIMÁTICO DO LOCAL	**ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO BIOFÍSICA DO PDM**
Implementação de uma rede de monitorização climática concelhia que possibilite a respectiva **análise das condições climáticas** do local	**Uso de técnicas da climatologia analítica** para a síntese do comportamento de alguns elementos climáticos, tais como: direcção e velocidade média do vento, humidade relativa, temperatura máxima e mínima, insolação, entre outros.
+	+
Avaliação das condições bioclimáticas de um determinado local, nomeadamente, à escala concelhia	**Utilização de diagramas de avaliação bioclimática**, através da utilização de alguns métodos adequados (GIVONI, WATSON & LABS, MAHONEY, SZOKOLAY)
ETAPA 2 - AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES NATURAIS DO LOCAL	**ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO BIOFÍSICA DO PDM**
Caracterização das condições naturais do concelho, ou seja, identificação e combinação de factores permanentes (declives, exposição de vertentes, distância ao mar e/ou rio, hipsometria, densidade de ocupação, entre outros) possíveis de exercer **influência na definição de distintos contextos bioclimáticos**. Tais contextos deverão resultar da síntese das condições espaciais de radiação solar, de exposição aos ventos predominantes, de humidade, de nevoeiros, entre outros.	a) **Elaboração de cartografia simples de caracterização das condições naturai**s do local,através do recurso à cartografia militar à escala 1/25000, das condições morfológicas (hipsometria, declives, exposição de vertentes), dos solos, de vegetação, de continentalidade, de disponibilidade de massas de água + b) **Elaboração de cartografia combinada de diferentes factores naturais** relevantes na explicação de cada um dos elementos climáticos: radiação solar, vento e humidade, o que exige: i) Utilização de cartografia raster que permite a definição do tamanho de cada pixel, em metros, capaz de constituir o suporte de toda a informação reunida num determinado ponto ii) Identificação dos factores naturais mais relevantes para a justificação das condições espaciais cada elemento climático ii) Atribuição de um valor quantitativo, para cada factor, atendendo a uma definição de respectivas classes previamente definida iii) Classificação das condições naturais explicativas de cada elemento climático, após a junção dos diferentes factores
ETAPA 3 - RECOMENDAÇÕES PARA A DEFINIÇÃO DE USOS DE SOLO E OPERAÇÕES DE URBANIZAÇÃO	**RELATÓRIO DE SOLUÇÕES BIOCLIMÁTICAS DE APOIO A TOMADAS DE DECISÃO (usos do solo e urbanização)**
Apresentação de **recomendações à escala urbanística compatíveis com as necessidades bioclimáticas** do lugar e de acordo com o conhecimento **das condições naturais do local.**	Estudo das condições da paisagem humanizada, isto é, edificada que contribuem para rentabilizar as condições de radiação solar incidente, o nível de sombra e as possibilidades de ventilação. Nesse sentido, seria importante a existência de **indicações** por parte das autarquias, ao nível da: i) **orientação e largura preferencial de ruas** e/ou **loteamentos;** ii) de **ângulos de obstrução** adequados aos mínimos de radiação solar (solstício de Dezembro) atendendo a todas as fachadas mais envidraçadas do edifício; iii) **implantação de espaços verdes** atendendo às necessidades de sombra e de humidificação; iv) **escolha adequada de densidade e tipo espécies** dependendo da necessidade bioclimática reconhecida; v) **identificação de efeitos indesejados do vento**;vi) estratégia na definição de **forma** e **densidade do desenho urbano**.
ETAPA 4 - RECOMENDAÇÕES ARQUITECTÓNICAS E DE CONSTRUÇÃO	**RELATÓRIO DE SOLUÇÕES BIOCLIMÁTICAS DE APOIO A TOMADAS DE DECISÃO (acto de edificação)**
Elaboração de uma lista de possíveis alternativas, em termos de **soluções arquitectónicas** e de **construção** para a concretização do edifício	As opções a serem incorporadas na fase de edificação devem ser tomadas de acordo com as condições naturais e urbanísticas já avalidas anteriormente. Nesta fase onde as opções se encontram a cargo, sobretudo, das empresas privadas de construção, as autarquias poderiam apresentar meramente *indicações* estabelecidas de acordo com os seus estudos prévios de avaliação bioclimática e de condições naturais. Assim, as informações de carácter informativo e formativo poder-se-iam revestir em matéria: i) de **orientação preferencial de edifícios;** ii) de **posição** mais favorável do **edifício perante o vento predominante,** iii) **afastamento de edifícios;** iv) **altura** e **tipologia de edifício;** v) **tipos de isolamento** adequados; vi) **massa térmica** dos materiais; vii) **tipo** e **cor** das **coberturas**; viii) **cor do envelope exterior** do edifícios; ix) **localização** e **tipo de vegetação,** entre outros aspectos.

A proposta metodológica apresentada surge, por um lado, do reconhecimento da consideração dos aspectos do clima no processo de planeamento urbano e, por outro lado, das diversas dificuldades na sua implementação. Um estudo realizado por ELIASSON (2000) a vários actores de nível municipal, designadamente, arquitectos, planeadores urbanos, engenheiros de planeamento, consultores e políticos, em três cidades do Sudeste da Suécia sobre o impacte do conhecimento climático no processo de planeamento urbano, através de várias entrevistas e discussões realizadas, permitiu resumir os principais entraves à sua prossecução (*quadro 14*), nomeadamente:

Quadro 14 – Motivos de reduzida aplicação do conhecimento climático no planeamento urbano

Motivos de reduzida aplicação do conhecimento climático no planeamento urbano
■ Falta de consenso do papel e da importância do conhecimento científico no processo de planeamento ■ Lacunas de conhecimento climático por parte dos planeadores, resultando numa diminuta capacidade de argumentação de defesa de incorporação de dados climáticos; ■ Problemas de comunicação entre climatólogos e planeadores urbanos e entre planeadores e investidores; ■ Lacunas de métodos e técnicas para a recolha de análise de informação climática; ■ Custo resultante de uma investigação climática; ■ Atribuição de prioridades ditadas pelo planeamento urbano, ao nível da segurança de tráfego e desenho urbano; ■ Dificuldade de compatibilizar um planeamento abrangente com um planeamento de pormenor, ou seja, de articular diferentes escalas de análise

Fonte: ELIASSON (2000)

Face a estas dificuldades*, são propostas algumas ideias com vista à sua minimização (quadro 15)*.

Quadro 15 – Ideias propostas para minimizar as dificuldades de aplicação do conhecimento climático no planeamento urbano

Ideias propostas para minimizar as dificuldades de aplicação do conhecimento climático no planeamento urbano
É aconselhável um investimento: i) Na formação de planeadores urbanos de diversas formações para que sejam capazesde ultrapassar as visões "clássicas" do planeamento urbano restrito às áreas de engenharia e de arquitectura. Um caminho nesta direcção, nomeadamente, de inclusão de outras áreas como a geografia e o planeamento regional no planeamento urbano, como se tem vindo a assistir, poderá residir na possibilidade de uma melhoria de compatibilização de escalas de análise, através de leituras territoriais mais holísticas. ii) Na realização de cursos de formação contínua de conhecimento climático e bioclimático destinados a técnicos superiores de autarquias responsáveis pela secção de planeamento e a empresas privadas de construção; iii) Numa aproximação entre estudiosos de climatologia, meteorologia, saúde, técnicos de planeamento e empresários do sector da construção civil; iv) No desenvolvimento de acções de formação destinadas ao público em geral, com a finalidade de consciencializar as pessoas sobre a vantagem de investirem em casas bioclimáticas.

Fonte: ELIASSON (2000)

No sentido de combater os custos da informação climática, as autarquias poderiam incluir nos seus instrumentos de planeamento territorial estudos sobre o respectivo concelho relativo às suas *condições naturais* de radiação solar, humidade e regime de ventos, o que permitiria facilitar o processo da integração do clima no planeamento sempre que o sector privado desejasse realizar um determinado empreendimento. A propósito dos possíveis custos que estes estudos poderiam acarretar, BITAN (1988) refere que outras experiências testemunharam que o planeamento das construções com normas climatológicas não têm aumentado significativamente o custo dos edifícios, mas melhorado a qualidade de vida, bem como permitido uma poupança financeira por possibilitarem o usar menos frequente sa energia convencional no aquecimento e arrefecimento das casas.

Perante as dificuldades das prioridades definidas por parte do poder político noutras questões, ligadas ao planeamento urbano que não de cariz climático, poderiam ser dissolvidas pela existência de uma oportunidade de financiamento da União Europeia associada às questões de desenvolvimento urbano espacial sustentável, nomeadamente, através da implementação da AGENDA 21. Os planos estratégicos elaborados no âmbito da Agenda 21 enquanto defensores de territórios mais saudáveis e sustentáveis (nos concelhos onde já se encontram implementados), poderão defender a incorporação dos aspectos do clima no planeamento enquanto modo de minimizar o consumo energético artificial como também, a concepção de abrigos mais adequados às necessidades do corpo humano, sobretudo, num momento histórico em que os episódios climáticos extremos tendem a aumentar a sua frequência.

As lacunas de métodos e técnicas de recolha de informação climatológica poderiam ser colmatadas por uma investigação contínua, permanente e amadurecida por parte das universidades e centros de investigação. No que diz respeito à realização de monitorizações climáticas, esta poderia ficar a cargo das instituições locais, nomeadamente, de autarquias, escolas, universidades, etc. Para isso, seria necessário o referido investimento em formação mas também a capacidade de mobilização de diferentes actores sociais, estimulando-os a dedicarem-se a estas questões, nomeadamente, através de medidas implementadas pela Agenda 21.

5.2. Papel dos instrumentos de gestão territorial no planeamento bioclimático

O presente sub-ponto debruçar-se na *identificação* dos instrumentos de gestão territorial, utilizados a diferentes escalas territoriais, nas suas *potencialidades* e *limitações* para concretização de um planeamento urbano que inclua o conhecimento bioclimático, quer no planeamento de espaços a urbanizar, quer na reabilitação de espaços já urbanizados. Será, ainda, realizada uma breve referência à influência do regulamento geral de edificações urbanas no planeamento boclimático.

5.2.1 Breve apresentação dos instrumentos de gestão territorial

A actual política de ordenamento do território e do urbanismo baseia-se num sistema de gestão territorial organizado em três âmbitos distintos: o nacional, o regional e o municipal.

Aos instrumentos de *âmbito nacional* competem a definição de um quadro estratégico para o ordenamento de todo o território nacional, a compatibilização entre os diferentes instrumentos de política sectorial com incidência no território, bem como directrizes que os planos regionais e municipais deverão considerar. Aos instrumentos de *escala regional* é pedido que assumam a responsabilidade de traçar directrizes ao ordenamento, enquanto que aos instrumentos de *âmbito municipal* é exigida a apresentação de opções de desenvolvimento estratégico, a classificação do regime de uso do solo e, respectiva, programação.

Os instrumentos de âmbito nacional e regional encontram-se na categoria de *instrumentos de desenvolvimento territorial (PNOT, PROT's e PIOT)*, dada a sua natureza estratégica, os de âmbito municipal na categoria de *instrumentos de planeamento territorial (PDM's, PU's e PP's)* devido à sua natureza regulamentar, enquanto que os instrumentos de política sectorial (PS's e PE's) e de natureza especial são classificados como *instrumentos sectoriais*, sendo os primeiros caracterizados pela sua natureza estratégica, em oposição, aos instrumentos de natureza especial de cariz regulamentar. O *quadro 16* sintetiza as principais intervenções da responsabilidade de cada instrumento de gestão territorial.

Quadro 16 – Papel dos vários instrumentos de gestão territorial

Instrumentos		Nível	Natureza Intervenção	Tipo de Intervenção
Desenvolvimento Territorial	PNOT	Nacional	Estratégica	Modelo de organização espacial atendendo ao sistema urbano, às redes, às infra-estruturas, equipamentos de interesse nacional, bem como áreas de interesse nacional em termos agrícolas, ambientais e patrimoniais.
	PROT'S	Regional	Estratégica	Directrizes que estabelecem as orientações para o ordenamento do território e regional e definem as redes regionais de infra-estruturas e transportes, com base na evolução demográfica e perspectivas de desenvolvimento económico, social e cultural.
	PLANOS INTERMUNICIPAIS	Supra-local	Estratégica	De elaboração facultativa, visam a articulação estratégica entre áreas territoriais que, pela sua interdependência, necessitam de coordenação integrada.
Planeamento Territorial	PDM	Local	Regulamentar	Estabelece a estrutura espacial, a classificação básica do solo, parâmetros de ocupação, desenvolve a qualificação de solo urbano e rural e considera a implantação de equipamentos sociais, de acordo com estratégia de desenvolvimento local.
	PLANO DE URBANIZAÇÃO	Local	Regulamentar	Desenvolve, sobretudo, a qualificação do solo urbano.
	PLANO DE PORMENOR	Local	Regulamentar	Define com detalhe o uso de qualquer área delimitada do território municipal.
Política Sectorial	PLANOS SECTORIAIS	Nacional	Essencialmente estratégica	Desenvolvem e concretizem, no respectivo domínio de intervenção, as directrizes definidas no programa nacional da política de ordenamento do território.
	PLANOS ESPECIAIS	Regional	Regulamentar	Planos dedicados a áreas sensíveis, nomeadamente, Planos de Ordenamento da Orla Costeira, Planos de Áreas Protegidas, Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas que visam a compatibilização entre o PNOT e PROT's, prevalecendo sobre PDM e Planos Intermunicipais.

Fonte: Bases da política de de ordenamento do território e de urbanismo (Lei nº48/98 de 11 de Agosto)

5.2.2 Potencialidades e limitações dos instrumentos de gestão territorial no planeamento bioclimático

5.2.2.1No planeamento urbano "de raiz"

O recente PNOT (Programa Nacional de Ordenamento do Território) responsável *"pela concretização de uma estratégia de ordenamento, desenvolvimento e coesão territorial do país"* (PNOT, 2006), no conjunto de 6 objectivos estratégicos, apresenta um objectivo estratégico de particular interesse no âmbito do presente trabalho, nomeadamente, o de *"conservar e valorizar a biodiversidade e o património natural, paisagístico e cultural, utilizar de modo sustentável os recursos energéticos e geológicos, e prevenir e minimizar os riscos"* (PNOT, 2006, p.12) (quadro 17). Tal transcrição remete-nos para uma preocupação na valorização dos recursos naturais e na minimização dos riscos naturais.

Quadro 17 – Objectivo estratégico, definido pelo PNOT, privilegiado par a incorporação de práticas bioclimáticas

OBJECTIVO ESTRATÉGICO: Conservar e valorizar a biodiversidade e o património natural, paisagístico e cultural, utilizar de modo dustentável os recursos energétivos e geológicos e prevenir e minimizar os riscos
1. Produzir, organizar e monitorizar o conhecimento sobre o ambiente e os recursos naturais.
2. Aperfeiçoar e consolidar os regimes, os sistemas e as áreas fundamentais para proteger e valorizar a biodiversidade e os recursos naturais.
3. Definir e executar uma Estratégia Nacional de Protecção do Solo.
4. Promover o ordenamento e a gestão sustentável da silvicultura e dos espaços florestais.
5. Definir e executar uma política de gestão integrada da água.
6. Definir e executar uma política de ordenamento e gestão integrada da orla costeira, nas suas componentes terrestre e marítima.
7. Proteger e valorizar o espaço marítimo e os recursos oceânicos.
8. Definir e executar uma política de gestão integrada dos recursos geológicos.
9. Definir e executar um Estratégia Nacional para a Energia.
10. Proteger e valorizar as paisagens e o património cultural.
11. Avaliar e prevenir os factores e as situações de risco, e desenvolver dispositivos e medidas de minimização dos respectivos efeitos.

Fonte: PNOT, 2006, p.12

Atendendo algumas medidas específicas (no quadro 17) apresentadas no âmbito da defesa sustentável dos recursos naturais e na minimização do risco, sublinhamos algumas que julgamos dever ser alvo de particular atenção, passíveis de constituir uma mais valia na defesa de *políticas* e *práticas bioclimáticas*. Assim, consideramos pertinentes os seguintes objectivos com adaptações específicas ao tema:

i) Produzir, organizar, monitorizar o conhecimento sobre o ambiente e riscos naturais;

ii) Definir e executar uma estratégia nacional para a energia e prosseguir uma política sustentável de combate às alterações climáticas;

iii) Avaliar e prevenir os factores e situações de risco, desenvolver dispositivos e medidas de minimização dos respectivos efeitos;

iv) Informar, educar e sensibilizar os cidadãos sobre as vantagens de opções de edifícios bioclimáticos.

Para cada um dos objectivos específicos apresentados são conjugadas algumas potenciais responsabilidades bioclimáticas a atribuir a cada instrumento de gestão territorial, atendendo à sua escala de intervenção e, respectivas competências.

Os PROT'S, enquanto plano de acção estratégica, poderiam assumir uma quota de responsabilidade no esforço de síntese de cartografia de factores permanentes influentes nas condições naturais de radiação solar, humidade, regime de ventos, entre outras variáveis climáticas. Este poderá constituir o instrumento privilegiado de uma análise climática espacial à escala regional, uma vez que permite compreender as influências morfológicas de pequena e média escala, compatível com o conhecimento do clima regional. Segundo BITAN o conhecimento climático exerce grande influência na localização de usos do solo de uma região, por exemplo, ao nível da localização mais adequada de áreas de recreio, aquela que possivelmente terá maiores repercussões ao nível bioclimático. Ainda assim, este conhecimento seria uma mais-valia não somente de um investimento em práticas bioclimáticas de grande escala mas uma oportunidade de rentabilizar outros recursos naturais, nomeadamente, a escolha mais vantajosa da localização de parques industriais, determinação de tipo de indústrias, de solo agrícola, entre outras que não constituem objecto do presente trabalho.

O PIOT'S no seu papel de instrumento de desenvolvimento responsável pela articulação entre os planos de escala regional e de escala local poderão reunir as competências necessárias para, com base no conhecimento dos factores permanentes influentes nas condições naturais de radiação solar, humidade e regime de ventos, indicar estratégias e, respectivas medidas que sejam compatíveis com os interesses dos territórios locais limítrofes. Em situações de conflitos de interesse, devido a diferentes tutelas concelhias, as opções que considerarem os aspectos bioclimáticos poderiam constituir um motivo de preferência, por exemplo, referentes à implantação de um corredor verde caso se reconheça a necessidade do ponto de vista bioclimático.

Os PDM'S, por seu lado, poderiam constituir um importante suporte de conhecimento de análise climática e bioclimática do respectivo concelho. Um investimento numa rede de monitorização de elementos climáticos, na sua análise poderia concretizar-se mediante a mobilização de diferentes actores sociais, nomeadamente, escolas secundárias, universidades, centros de investigação e outros organismos públicos ou privados que utilizam a informação climática como um instrumento de trabalho. No caso da incorporação de técnicas bioclimáticas, estas poderiam ser facilmente aplicáveis desde que os técnicos superiores de planeamento fossem formados devidamente, nomeadamente pelas universidades, dado o estado embrionário que tais avaliações ainda parecem encontrar-se. A realização de cartografia de factores permanentes influentes nas condições naturais poderia ser outra das competências dos PDM'S no âmbito da caracterização biofísica do concelho que regulam. O reconhecimento espacial do comportamento climático para além de poder ser fundamental na classificação de solos urbanos e não urbanos, permitindo neste último caso participar no conhecimento de aptidões de solo agrícola e florestal, poderá fazer a diferença na escolha de solos mais adequados para a edificação e nas opções das respectivas densidades. Por último, o carácter regulamentar deste instrumento poderia retirar partido da compreensão, por exemplo, das áreas mais favoráveis, do ponto de vista da radiação solar à edificação, evitando que tais permissões regulamentares sejam somente a síntese da realidade já existente, relembrando a crítica de PORTAS *cit in* FIDÉLIS (2001) aos PDM'S.

Os PU'S, enquanto instrumento incumbido pela apresentação de propostas de forma urbana, principais traçados de comunicação e de infra-estruturas, de definição da estrutura ecológica atendendo a necessidades de arrefecimento em plantas de elevada densidade responsáveis pela acentuação da ilha de calor urbano, de uma correcta implantação de estradas em determinados contextos morfológicos, entre outros aspectos que interferem não somente com o bem-estar térmico dos indivíduos mas também com a própria segurança rodoviária. De um modo geral, o que se pediria aos PU's seria a sua participação enquanto suporte de definição de um tipo de planta mais adaptada ao seu clima.

OS PP'S enquanto plano com um carácter de detalhe e de forma de ocupação poderão constituir um meio privilegiado de incorporar algumas indicações ao nível da definição de uma ajustada geometria de espaços públicos; de circulação viária e, sobretudo, pedonal; de uma correcta implantação do edifício no terreno, com a análise das pré-existências tendo como preocupação a escolha de ângulos formados entre edifícios que permitam uma adequada rentabilização da radiação solar atendendo a necessidades climáticas reconhecidas; à averiguação do contributo de espaços verdes, procurando soluções que possam ser mais adequadas às necessidades bioclimáticas prioritárias (sombra, protecção ao vento, humidificação); indicações relativas às cores e revestimentos dos edifícios atendendo a uma maior necessidade de maximizar ou minimizar o albedo; orientações referentes à importância de um maior ou menor investimento em materiais de construção que reforcem a inércia térmica, à procura de isolamentos da construção mais pertinentes dependentemente de cada contexto climatológico; elucidações em matéria de tamanho, colocação das aberturas atendendo à altura de cada piso e, à respectiva orientação do

edifício; averiguações sobre a necessidade de um investimento em mosaicos de água que permitam o arrefecimento; directrizes capazes de realizar pormenores na arquitectura do edifício capazes de criar jogos de ventilação no seu interior; especificações na colocação de tipos de sombras mais adequados, com recurso a diagramas solares; advertência de necessidade de operações de conservação e reabilitação dos edifícios que passem por uma melhoria do seu conforto térmico; denotações de volumetrias de edifícios atendendo ao tamanho das suas aberturas; designações sobre o número de pisos atendendo ao contexto morfológico e, principais orientações das fachadas mais envidraçadas; propostas de atribuição de funcionalidades aos edifícios atendendo à sua capacidade de renovação da ventilação, entre outros aspectos que possam revelarem-se oportunos para a concepção bioclimática do território, por parte dos investidores imobiliários.

Os Planos Especiais enquanto instrumento com vista a salvaguardar os recursos e valores naturais, procurando concretizar uma utilização sustentável do território, deverão, sempre que tal seja possível, aplicar princípios bioclimáticos. Embora os Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas e Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Pública constituam planos onde a bioclimatologia humana poderá ser preterida em relação à bioclimatologia animal, sempre que se mostre conveniente, o ordenamento do território destes espaços deverá considerar a importância de um investimento nestes estudos. Ainda assim, alguns dos Planos Especiais de ordenamento do Território, nomeadamente, os Planos de Ordenamento da Orla Costeira deverão constituir um instrumento rico em considerações bioclimáticas. Estes planos procurados em manter a sustentabilidade da faixa costeira, apresentando indicações no que diz respeito ao respeito de distâncias mínimas de edificação em relação à linha de costa, deverão pensar em protecções específicas, do ponto de vista de melhoria do conforto térmico interior, em relação a tais construções. Para além das necessidades de isolamentos adequados devido aos elevados níveis de humidade, ao nível da construção e, entre tantos outros pormenores de construção, é de sublinhar a importância de uma correcta implantação dos edifícios nestes contextos o que exige, sobretudo, o conhecimento do regime de ventos predominante e, respectiva intensidade. Além disso, estes planos deveriam apresentar crescentes preocupações ao nível da criação de espaços de sombra para os transeuntes e turistas que diária ou sazonalmente afluem e desfrutam destas marginais e, respectiva envolvente, enquanto espaços de circulação e de recreio. Se as estratégias de planeamento urbano sustentáveis recomendam a redução de pressões urbanísticas, assim como o estudo de *limiares de carga* destas áreas litorais, então, torna-se verdadeiramente pertinente o estudo de alternativas "outdoor" que sejam atractivas do ponto de vista do conforto térmico. Exemplos de algumas medidas podem passar por uma arborização das ruas na proximidade das edificações estabelecidas ao longo das marginais, que se encontram viradas a oeste, expostas à radiação solar durante a tarde, o que a torna desagradável e/ ou perigosa em dias quentes de verão (coincidente com os picos máximos de afluência humana).

Os Planos Sectoriais com incidência no território como são o caso do Plano da Gestão da Água, o Plano Rodoviário Nacional, o Plano de defesa da Floresta, o Plano das Obras de Zonas de Jogo, os Planos de Ordenamento e Expansão dos Portos, os Planos de Ordenamento e Gestão Florestal, os Planos de Recursos Hídricos e Planos de Utilização de Baldios dado o seu carácter de reduzida incidência directa no conforto térmico humano, embora não se deixe de admitir que todos eles deverão sempre que possível respeitar princípios bioclimáticos, não são alvo de orientações específicas no âmbito deste trabalho.

A elaboração do *quadro 18* surge, deste modo, com o objectivo de encontrar e sintetizar algumas potencialidades e limitações dos instrumentos de gestão territorial enquanto meios de concretização de políticas e práticas bioclimáticas.

Quadro 18 – Potencialidades e limitações dos instrumentos de gestão territorial na aplicação de práticas bioclimáticas

Instrumentos		Limitações e Responsabilidades
Desenvolvimento Territorial	PNOT	No eixo estratégico destinado às preocupações de valorização dos recursos naturais e de minimização dos riscos naturais, o Programa Nacional de Ordenamento do Território não integra a componente clima em qualquer destas perspectivas. A defesa da biodiversidade, a protecção do solo, da silvicultura, dos espaços florestais, da gestão integrada da água, a gestão integrada da orla costeira, dos recursos oceânicos, dos recursos geológicos, da estratégia nacional para a energia, do património cultural e das paisagens constituem os recursos naturais que merecem atenção por parte da política nacional de ordenamento, sendo esquecida a potencial participação do clima enquanto fonte alternativa de recurso natural e de crescente risco natural, nomeadamente, para a saúde (risco bioclimático).
	PROT'S	Dos vários elementos que integram os Planos Regionais de Ordenamento do Território (RAN, REN, área florestal, áreas protegidas, domínio público hídrico, áreas de interesse arqueológico, histórico, cultural, protecção de valores e interesse recreativo ou turístico, hiearquia e vocação de centros urbanos, traçado de infra-estruturas de interesse regional e nacional, localizações industriais, zonas de protecção de bens culturais, estratégia de conservação da natureza) não existem referências à apresentação de aspectos climáticos e bioclimáticos que exerçam poder nas respectivas opções, por um lado. Por outro lado, os PROT'S enquanto síntese de uma realidade espacial aglutinada por motivos resultantes de fronteiras administrativas, históricas e sócio-económicas podem não traduzir com clareza a homogeneidade dos seus factores naturais. No caso da inclusão dos aspectos bioclimáticos, os PROT'S poderiam exigir a apresentação de diferentes contextos climatológicos, associados, aos aspectos que influem na caracterização do clima regional (p.ex.:morfológicos).
	PLANOS INTERMUNICIPAIS	A uma escala supra-local estes planos poderão contribuir para uma visão holística das necessidades bioclimáticas verificadas num território mais abrangente do que a escala local, podendo revestir-se de importância em matéria de avaliação bioclimática e de elaboração cartográfica de recursos naturais (radiação solar, ventilação, humidade...), apontando orientações de ordenamento com base numa homogeneidade ou diversidade de factores naturais, que permitam ultrapassar as restrições de fronteira administrativa.
Planeamento Territorial	PDM	Baseiam-se apenas na delimitação da REN (Reserva Ecológica Nacional) e na definição de Zonas de Edificação. Estes planos não fornecem informação relativa às condicionantes naturais que exercem influência sobre os aspectos (bio)climáticos. As opções de uso de solo e/ou as suas intensidades subvalorizam/ negligenciam o conhecimento da dinâmica dos recursos naturais (sol, vento, água) em prol de uma síntese do existente.
	PLANO DE URBANIZAÇÃO	Não apresentam referências explicítas à inclusão de critérios ambientais. Na concepção do Espaço Urbano apresentada Planta de Zonamento dos PU'S, as indicações sobre uso do solo, nomeadamente, as considerações sobre a funcionalidade das construções, a localização de equipamentos, o traçado das infra-estruturas e vias de comunicação, os parâmetros urbanísticos, a concretização da forma urbana são alheias, muitas vezes, ao conhecimento climático.
	PLANO DE PORMENOR	Não apresentam referências explicítas à inclusão de critérios ambientais. Na sua Planta de Implantação, a definição de alinhamentos, o número de pisos, os arranjos paisagísticos, o número máximo de fogos, a implantação do edifício, os indicadores relativos à utilização de cores e materiais, na maioria das vezes, não são escolhidos em função de aspectos que permitem rentabilizar contextos climáticos (outdoor e indoor) que favoreçam o conforto térmico humano nas estações do ano de comportamento mais extremo. Em síntese, de um modo geral, os PP parecem ignorar a aplicação de princípios bioclimáticos.
Política Sectorial	PLANOS SECTORIAIS	Enquanto instrumentos de programação ou de concretização de diversas políticas com incidência no território, os planos sectoriais não devem ser esquecidos na aplicação da defesa de um território que satisfaça necessidades bioclimáticas vigentes. Ainda assim, apesar da existência de planos sectoriais com incidência directa no ordenamento do território (*Gestão das Águas, Plano Rodoviário Nacional, Defesa da Floresta, Obras de Zonas de Jogo, Ordenamento e Expansão dos Portos, Ordenamento e Gestão Florestal, Recursos Hídricos e Utilização de Baldios*), estes poderão não se revelar especialmente importantes na rentabilização dos interesses bioclimáticos ou na minimização do risco bioclimático. Outros planos, nomeadamente, os planos sectoriais de saúde, se correctamente articulados com as preocupações de ordenamento do território, ambiente e alterações climáticas poderão assumir o devido protagonismo na amenização do risco bioclimático.
	PLANOS ESPECIAIS	Estes planos por estabalecerem regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais, como são o caso dos *Planos de Áreas Protegidas* , *Planos de Ordenamento de Águas Públicas* e de *Ordenamento da Orla Costeira* devem tomar em consideração a aplicação de princípios bioclimáticos, atendendo a uma adequabilidade de abrigos mais favoráveis ao desenvolvimento de cada espécie de fauna e flora. De entre os vários planos especiais, o Plano de Ordenamento da Orla Costeira deverá dar atenção especial a tais princípios, nomeadamente, à concretização de medidas bioclimáticas (p.ex. arborização das marginais onde rareia a sombra) em contextos climatológicos outdoor devido, sobretudo, à forte afluência de indivíduos a esses espaços em contextos sazonais de extremas necessidades bioclimáticas.

Fonte: Com base no *Regime Jurídico de Instrumentos de Gestão Territorial* publicado pelo D.R. I série A, dec.lei nº380/99 de 22 de Setembro e alterado pelo dec.-lei nº 53/2000 e pelo dec.-lei nº 310/2003

De seguida, apresentamos uma matriz (quadro 18) que visa identificar medidas específicas que cada instrumento de planeamento territorial poderá protagonizar, atendendo à sua escala de análise, mediante os objectivos específicos preconizados pelo PNOT (Plano Nacional de Ordenamento do Território).

Quadro 18 – Proposta de medidas bioclimáticas, no âmbito da proposta metodológica de análise bioclimática, de acordo com os objectivos específicos definidos pelo PNOT

OBJECTIVO ESTRATÉGICO do PNOT : Conservar e valorizar a biocdiversidade e o património natural, paisagístico e cultural, utilizar de modo sustentável os recursos energéticos, prevenir e minimizar os riscos.

	INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL	PROT	PDM	P.U.	P.P.	A.21
	1. OBJECTIVO ESPECIFICO do PNOT - Produzir, organizar e monitorizaro *conhecimento* sobre o ambiente e os *recursos naturais* .					
MEDIDAS ESPECÍFICAS[a]	1.1. Densificação de uma rede de monitorização de recolha de dados climatológicos de nível local, através do estabelecimento de parcerias público-privadas (câmaras municipais, serviços privados, escolas secundárias, universidades).		•			
	1.2.Implementação de estudos de avaliação de necessidades bioclimáticas de projecto aplicado à escala urbanística e de construção (recurso à utilização de técnicas de avaliação bioclimáticas - p.ex.: diagramas bioclimáticos).		•			
	1.3. Caracterização e realização de cartografia de factores permanentes (vegetação, morfologia, proximidade a massas de água) influentes nas condições naturais de radiação solar, humidade, regime de ventos, entre outros aspectos, à escala regional e local.	•	•			
	2. OBJECTIVO ESPECÍFICO do PNOT - Definir e executar uma estratégia nacional para a energia e prosseguir uma política sustentada de *combate às alterações climáticas* .					
MEDIDAS ESPECÍFICAS	2.1. Aplicação de princípios bioclimáticos à micro-escala (escala do bairro, praça, rua) atendendo à caracterização espacial dos contextos climatológicos outdoor - *ver tabela síntese.*			•	•	
	2.2. Indicações sobre altura e largura do edifício, número de pisos e orientação adequada do edifício, a geometria favorável à ventilação (H/W), a escolha de ângulos mínimos de obstrucção entre edifícios, posição do edifício face à rua, entre outros aspectos.			•	•	
	2.3. Definição de um sistema de compensação financeira às empresas imobiliárias sempre que cumpram os requisitos de uma prática de edificação bioclimática que deverá exigir um estudo prévio em matéria de condições naturais, pré-existências, protecções e materiais de construção.			•	•	
	3. OBJECTIVO ESPECÍFICO do PNOT - Avaliar e prevenir os *factores e situações de risco* e, desenvolver dispositivos e medidas de minimização dos respectivos efeitos.					
MEDIDAS ESPECÍFICAS	3.1. Identificação cartográfica de grupos vulneráveis através de um sistema de registo de morbilidade.		•			
	3.2. Concretização de planos de prevenção de risco bioclimático integrados no estudo de riscos naturais de cada concelho, servindo de complemento aos actuais Planos de Emergência.		•			
	4. OBJECTIVO ESPECIFICO - Informar, educar, sensibilizar e mobilizar os cidadãos sobre as vantagens de opções de edifícios bioclimáticos					
MEDIDAS ESPECÍFICAS	4.1. Organização de eventos sociais, culturais e científicos que visem a consciencialização de medidas bioclimáticas de carácter preventivo, quer ao nível do planeamento urbano, quer ao nível do planeamento da saúde.					•
	4.2. Fomento da investigação e inovação bioclimática no ordenamento do território e urbanismo, nomeadamente, através de apoio à investigação científica.					•
	4.3. Divulgação de boas práticas na aplicação de princípios bioclimáticos no ordenamento do território , no urbanismo e na arquitectura.					•

* Medidas específicas sugeridas no âmbito da proposta metodológica de análise bioclimática compatíveis com os objectivos específicos do PNPOT.

A propósito dos instrumentos passíveis de serem utilizados no planeamento do território, valerá a pena realizar uma breve reflexão em torno da influência do REGEU (Regulamentação Geral de Edificações Urbanas) na prática bioclimática. Uma breve análise ao RGEU (DEC-LEI nº 38 383/51 de Agosto, 1951) no âmbito da *salubridade das edificações* permitiu compreender que a linha recta de 45º traçada a partir do alinhamento da edificação fronteira, proposta desde o ano de 1951, perante uma altura máxima do sol poderá, por vezes, revelar-se um ângulo demasiadamente amplo perante necessidades bioclimáticas reconhecidas no território a uma escala local.

Se durante Outubro a Março a altura máxima do sol em Portugal é inferior a 45º, então, os pisos inferiores dos edifícios não recebem radiação solar directa quando sujeitos a um alinhamento de 45º (*quadro 18*).

Tal alinhamento significa que um determinado edifício terá de revelar uma altura máxima igual à largura da rua (distância entre si e o edifício do outro lado da rua). Ora, autores como HIGUERAS defendem que a altura máxima do edifício deve ser igual a 1,5 vezes a largura de uma rua norte-sul, o que exigira que tal alinhamento não ultrapassasse os 35º e igual a 2 vezes a largura de uma rua oeste-este exigindo neste caso um ângulo máximo de 27º.

A consciência da desigualdade existente num edifício em relação à capacidade de captação de radiação solar, sentidas entre um piso térreo e primeiros pisos em relação aos superiores deverá ser tida em consideração quer pelo planeamento urbano, quer pelas próprias empresas imobiliárias.

Papel do RGEU, no âmbito da salubridade das edificações

(dec.-lei nº 38383/ 51 de Agosto)

Título III, Capítulo II, Artigo 58 º

"A construção ou reconstrução de qualquer edifício deve executar-se por forma que fiquem assegurados o arejamento, iluminação natural e exposição prolongada à acção directa dos raios solares, e bem assim o seu abastecimento de água potável a evacuação inofensiva de esgotos"

Título III, Capítulo II, Artigo 59 º

"A altura de qualquer edificação será fixada de forma que (…) nenhum dos seus elementos ultrapasse o limite definido pela linha recta a 45º (…) traçada a partir do alinhamento da edificação fronteira."

Título III, Capítulo II, Artigo 60 º

"Independentemente do disposto no artigo anterior, a distância mínima entre fachadas de edificações nas quais existam vãos de compartimentos de habitação não poderá ser inferior a 10 metros."

Limitações

Com base num programa de cálculo de altura do sol, foi possível conhecer a altura máxima do sol ao longo de um determinado ano (sendo o escolhido o ano de 2006), para todas as latitudes de Portugal que variam entre 42º N e 37º N. Este exercício permitiu compreender que durante vários meses, sensivelmente de Outubro a Março, o ângulo máximo que o sol atinge é inferior a 45º.
Este último ângulo corresponde aquele que fora definido pelo artigo 59º do dec-lei nº 38383/51 de 7 Agosto do RGEU. Perante tal facto, a distância entre dois edifícios, sobretudo,quando se trata da fachada principal envidraçada do edifício, deverá ser sempre superior à altura dos edifícios, o que não chega a acontecer num número significativo de situações, nomeadamente, da amostra em estudo.

Máxima Altura do Sol

Latitude	21-Mar	21-Jun	21-Set	21-Dez
37º N	53,47	76,43	53,48	29,57
37º 50' N	52,97	75,93	52,98	29,07
38º N	52,47	75,43	52,48	28,57
38º50' N	51,97	74,93	51,98	28,07
39º N	51,47	74,43	51,48	27,57
39º 50' N	50,97	73,93	50,98	27,07
40º N	50,47	73,43	50,48	26,57
40º50' N	49,97	72,93	49,98	26,07
41º N	49,47	72,43	49,48	25,57
41º50' N	48,97	71,93	48,98	25,07
42º N	48,47	71,43	48,48	24,57

Fonte: Calculado em http://www.ancruzeiros.pt/anci-astrolabio.html

Figura 57 – Papel do Regulamento Geral de Edificações Urbanas na prática bioclimática

Ao planeamento urbano, nomeadamente, à escala local, caberá a tarefa de adequar e tentar rentabilizar a radiação solar, de acordo com as necessidades bioclimáticas do seu território, através de algumas indicações sobre o ângulo de obstrução mais favorável, sem desrespeito do ângulo máximo afixado pelo RGEU. A *fig. 57* seguinte sintetiza o papel do REGEU no âmbito da salubridade das edificações ou, se quisermos, o seu contributo na prática bioclimática.

5.2.2.2 Na reabilitação urbana de Zonas Históricas e em Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística

Perante um cenário de envelhecimento generalizado do património arquitectónico de várias cidades e vilas portuguesas, em virtude de um fenómeno de surburbanização e, consequentemente, de um drástico abandono da função habitacional no coração das cidades surgiu a necessidade do planeamento urbano encontrar respostas a tal problemática. Nesse contexto, a par das áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística[25], o Dec-Lei nº 104/2004, de 7 de Maio cria uma figura legislativa destinada a intervir conservação, recuperação e readaptação das zonas urbanas históricas. A responsabilidade da reabilitação poderá ficar a cargo de empresas municipais de reabilitação urbana, denominadas por Sociedades de Reabilitação Urbana cujas competências passam pelo direito de licenciar e autorizar operações urbanísticas, expropriar os bens imóveis e os direitos inerentes destinados à reabilitação urbana, proceder a operações de realojamento, à fiscalização de obras de reabilitação urbana, entre outras. Ora, de entre as principais exigências a assegurar neste processo de reabilitação, destacam-se a segurança estrutural e contra incêndio, a qualidade ambiental, a iluminação, instalações, o conforto acústico e, por último, o conforto térmico.

A aplicação do Regime Jurídico Excepcional de Reabilitação às Zonas Urbanas Históricas e Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão urbanística poderá recorrer ao suporte financeiro concedido, quer pela Administração Central representada pelo Instituto Nacional de Habitação, quer pela administração local, mediante comparticipações do município, através de programas de reabilitação destinados a esse fim, nomeadamente, ao programa RECRIA, REHABITA, RECRIPH e SOLARH – *ver anexo D.*

Perante necessidades reconhecidas por alguns documentos estratégicos de reabilitação urbana, nomeadamente, pelo *Porto Vivo* parece pertinente o reforço de identificação de potenciais melhorias ambientais do edifício através de uma prática bioclimática.

Os primeiros pontos que importam relembrar passam por uma contextualização das condições naturais, seguida de um conhecimento das pré-existências urbanísticas passíveis de influenciar as condições térmicas do edifício em estudo. Após uma consciencialização das necessidades bioclimáticas do sítio, auxiliadas por uma consulta a diagramas bioclimáticos pré-estabelecidos para o local, então, certamente que já se reunirão as condições adequadas e suficientes para uma intervenção específica nas condições arquitectónicas e de construção do edifício.

Algumas questões podem, assim, ser tomadas em consideração na realização da reabilitação de um edifício, quer para satisfazer necessidades de aquecimento, quer para dar resposta a exigências de arrefecimento, ainda que seja necessário definir qual delas é prioritária, podendo estas serem agrupadas em:

1) Soluções de aquecimento;
2) Soluções de arrefecimento;
3) Soluções de ventilação.

[25] Dec. - Lei nº 794/76 – art.41º considera que as Áreas Críticas de Recuperação e Reconversão Urbanística são todas "aquelas em que a falta ou insuficiência de infra-estruturas urbanísticas, de equipamento social, de áreas livres e espaços verdes, ou as deficiências dos edifícios existentes, no que se refere a condições de solidez, segurança ou salubridade, atinjam uma gravidade tal que só a intervenção da Administração, através de providências expeditas, permita obviar, eficazmente, aos inconvenientes e perigos inerentes às mencionadas situações".

1) As soluções de aquecimento deverão prever:

i) A identificação da orientação da fachada mais envidraçada do edifício, a altura do piso e o arco solar (enquanto resultado do nível de obstrução do edifício em relação à fachada mais envidraçada), para que os *vãos dos envidraçados* sejam correctamente *dimensionados*, de forma a rentabilizar os ganhos solares;

v) Sempre que tal se mostre viável dever-se-á atribuir uma especial importância à *posição, forma* e *dimensão dos vãos envidraçados;*

ii) A melhoria do *isolamento térmico*, que pode fazer-se através da substituição de coberturas, das paredes exteriores e, caso se mostre possível e oportuno do próprio pavimento;

iii) Um investimento em *material de isolamento transparente* que apesar de permitir uma forte iluminação não revela elevadas perdas de calor quando comparadas com os envidraçados convencionais;

iv) Em contextos de fraca protecção a contextos climáticos de frio, importa considerar o acréscimo de um *segundo caixilho envidraçado* aos existentes, o que poderá permitir o pré-aquecimento do ar exterior através da criação de pequenos espaços-estufa;

vii) Em casos onde as necessidades bioclimáticas prementes exijam estratégias de aquecimento, então, é importante considerar formas de minorar as perdas de calor através das *superfícies envidraçadas*, podendo tal acontecer, segundo EUROPEAN COMMISSION & all. (2001), através:

- da implantação de um vidro duplo (com uma caixa de ar entre os dois);
- de um revestimento baixo emissivo da superfície envidraçada poderá diminuir a perda de calor;
- de opções de materiais envidraçados que do ponto de vista óptico e térmico permitam uma menor reflectividade e/ou uma maior transmissibilidade

2) As soluções de arrefecimento deverão considerar:

i) Um pormenor fundamental para rentabilizar a capacidade de arrefecimento do edifício ou evitar que a ocorrência de temperaturas extremas exteriores se sintam no interior será o de considerar a escolha de *materiais* que potenciem a *inércia térmica*, destaque para a construção em alvenaria. Assim, mesmo que no acto de reabilitação não seja possível uma alteração do tipo de materiais do edifício, é sempre possível atender a tipos de isolamento mais propícios para o reforço do atraso dos picos de temperatura em relação ao exterior. Um isolamento na caixa-de-ar pode permitir alguma inércia térmica da parede.

ii) Em caso de necessidade de redução do sobreaquecimento do edifício é aconselhada a *utilização de estores* ou *persianas exteriores* que permitam um melhor sombreamento do edifício;

iii) Um bom desenho do invólucro pode depender ainda da *posição, forma* e *dimensão* dos próprios *sombreadores*, sendo o ideal a aplicação de diagramas solares que considerem a altura do sol, atendendo à latitude e ao azimute; Os sombreadores

podem ser fixos ou móveis dependentemente do tempo que se pretende minimizar os ganhos solares, sendo que em contextos com clima de influência mediterrânea os mais adequados serão aqueles que permitem melhores reajustamentos, evitando grandes obstruções durante o Inverno.

iv) Em edifícios cujas funcionalidades possam exigir uma forte iluminação natural, uma solução de arrefecimento poderá passar pelo uso de *lâminas reguláveis às fachadas dos próprios edifícios*, uma vez que constituem uma possibilidade flexível. Em dias em que o sol incide fortemente elas podem encontrar-se mais fechadas, sem impedir a entrada da sol sob a forma de radiação difusa, enquanto que em dias de maior nebulosidade elas podem abrir-se em maiores proporções.

v) Apesar da implementação de algumas medidas práticas na reconstrução e na alteração de alguns pormenores arquitectónicos, existem outras formas de minimizar os ganhos de radiação solar sobre o edifício, através da presença de elementos naturais, nomeadamente, mediante a *plantação de árvores* capazes de proporcionar uma sombra significativa**.** Contudo, é aconselhável a sua localização em edifícios cujas fachadas envidraçadas principais estejam voltadas ao longo de um arco solar que varie entre SW e O, dado o facto do sol incidir sobre o edifício durante a tarde, numa altura em que a temperatura do ar já se encontra elevada.

vi) Em contextos espaciais caracterizados por uma elevada amplitude térmica, uma técnica possível de arrefecer o edifício pode passar pela construção de um *mosaico de água* (chafariz, lago, piscina) na proximidade do edifício, atendendo à orientação predominante do vento, nomeadamente, no verão. Se o mosaico de água se encontrar associado a uma brisa predominante e esta se encontrar na direcção das principais aberturas do edifício, os crescentes níveis de humidade resultantes da massa de água poderão provocar no organismo humano uma sensação de arrefecimento.

3) <u>As soluções de ventilação deverão considerar:</u>

i) Pela melhoria das condições de ventilação do edifício, sendo que as estratégias de *ventilação cruzada* permitida pela criação de aberturas em fachadas opostas poderá ser considerada uma possível solução; Em situações que uma determinada fracção habitacional só possua uma fachada, a ventilação pode ser reforçada através da existência de duas aberturas na mesma divisão. Uma outra opção de melhoria da ventilação pode ser concretizada através da existência de uma *chaminé no interior do edifício*, uma vez que as diferenças de temperatura do ar interior e exterior permitem a criação de uma pequena corrente de ar entre a abertura do edifício e o local da chaminé; Quando a reabilitação a proceder se efectua numa casa térrea, em contextos climáticos uma prática de arrefecimento pode ser feita mediante a aplicação de *tubos de água ligados ao solo* associados a um motor que permita a sua renovação constante ao longo do chão e paredes do edifício;

ii) Em situações extremas em que o processo de reabilitação exija a própria demolição do edifício, então, dever-se-á sempre que possível pensar numa reestruturação da *volumetria do edifício*. A este propósito, valerá a pena não ignorar as questões relacionadas com a sua profundidade, uma vez que para que um edifício possa gozar de uma ventilação suficiente a sua profundidade não deve ser superior a cinco vezes o seu pé direito. Se porventura a ventilação natural realizar-se de um só lado, então, a profundidade não deve exceder o dobro do pé direito do edifício. Segundo EUROPEAN COMMISSION & all., (2001, p.72), “os edifícios pouco profundos favorecem mais a iluminação natural, bem como a ventilação natural e o arrefecimento do que os mais profundos”.

5.3 Proposta de criação de planos de prevenção de risco bioclimático

O ponto anterior permitiu-nos perceber o contributo de cada instrumento de gestão territorial no território, ainda que a atenção especial tenha sido atribuída aos Planos Municipais para os quais foi sugerida a implementação de uma proposta de análise bioclimática. Todavia, é de sublinhar, a importância da presente proposta não somente na perspectiva de maximizar os recursos energéticos naturais, como o vento, o sol e a água, mas também na óptica de minimizar os riscos naturais a si associados.

Deste modo, caberá ainda ao planeamento urbano, através de uma intervenção concretizada pelos instrumentos de gestão territorial, já apresentados, a responsabilidade de cooperar na redução da vulnerabilidade de alguns grupos sociais perante a susceptibilidade de eventos associados, por exemplos, a ondas de calor. Assim, o conhecimento de formas de melhorar os níveis de conforto térmico na própria habitação e, envolvente, destes grupos poderá explicar a sua importância na minimização do *risco bioclimático*. Relembramos que a noção de risco natural implica que a uma elevada susceptibilidade de um determinado fenómeno climático esteja associada também uma significativa vulnerabilidade à qual se encontram associados factores como o estado de saúde, a idade e as condições sócio-eonómicas da população. Este último factor deve ser tomado em consideração, uma vez que a qualidade das habitações constitui um motivo de elevada mortalidade, nomeadamente, no Inverno (AYLIN & all., 2001).

Todavia, para a construção de abrigos que contribuam para reduzir a vulnerabilidade dos indivíduos perante condições climáticas adversas e, sobretudo, face a episódios climáticos extremos é necessário a avaliação bioclimática de um local, bem como o conhecimento das condições naturais que permitem uma diferenciação espacial de contextos bioclimáticos.

A propósito de situações climáticas extremas, responsáveis por um aumento de morbilidade e mortalidade, não podemos deixar de referir o franco esforço que diferentes organismos nacionais, em particular, do Instituto de Saúde Dr. Ricardo Jorge e do Instituto de Meteorologia têm realizado para a concretização da contingência de alguns destes episódios, designadamente, «ondas de calor».

Uma consulta ao *Plano de contingência das ondas de calor*, elaborado pela Direcção Geral de Saúde (2004), desde logo permitiu detectar a estreita articulação entre nível nacional, regional, sub-regional e concelhio na elaboração de um plano de previsão, alerta e resposta.

À escala concelhia, este sistema dirigido por centros de saúde, serviço municipal de protecção civil e organismos de apoio social assegura: i) identificação de situações problemáticas e de risco, exigindo a identificação e localização de pessoas mais vulneráveis; li) um aconselhamento sobre as medidas a adoptar e; iii) definição de áreas de abrigo devidamente climatizadas, nomeadamente, museus, cinemas, centros comerciais, bibliotecas, entre outros locais; iv) visitas domiciliárias/ telefonemas a pessoas em risco; v) levantamento dos centros de dia, lares e infantários, entre outras; vi) transporte de doentes, entre outras.

Porém, as diferentes respostas apresentadas destinam-se, sobretudo, a gerir o desencadeamento de uma crise, ou seja, de um risco natural, o risco bioclimático. Na melhor das hipóteses, a antecipação reside num escasso período de tempo que permite a previsão de um determinado acontecimento.

Ora, à semelhança do que se verifica na resolução de outros riscos naturais, não fará sentido um investimento na *prevenção do risco bioclimático*?

Esta ideia terá sido focada, pela primeira vez, num encontro realizado, em 2004, pela Organização Mundial de Saúde em Bratislava, na sequência dos impactes gerados em termos de morbilidade e mortalidade, em toda a Europa, pela devastadora onda de calor ocorrida em 2003.

Para além das medidas de curto prazo, enquanto formas de resposta imediata ao problema, integradas pelo actual plano de contingência das ondas de calor do sistema português, uma das medidas referidas residiu na necessidade de se investir na *melhoria do desenho urbano* e na *redução da ilha de calor urbano*.

Nesse sentido, o presente ponto tenta alertar para a necessidade da inclusão de planos de prevenção de risco bioclimático, à escala concelhia uma vez que será aquela que se encontra mais próxima dos cidadãos. Os *planos de prevenção de risco bioclimático* exigiriam, por isso:

i) a *identificação* e *localização* de grupos vulneráveis;

ii) o conhecimento da *susceptibilidade temporal* de determinada patologia, envolvendo a aplicação de índices térmicos adequados que sirvam de alerta prévia para as probabilidades de desencadeamento. No caso, do doentes de enfarte de miocárdio, apesar de se reconhecer a importância dos extremos climáticos de temperaturas, dever-se-ia experimentar o uso de índices térmicos que combinam variáveis ambientais com o nível metabólico dos indivíduos, como por exemplo, o *Heat Stress Index* ;

iii) a consciencialização da *susceptibilidade espacial* da patologia em estudo, atendendo a uma diferenciação espacial de contextos bioclimáticos no interior de um determinado local (concelho);

iv) a realização de uma avaliação bioclimática no interior da habitação de alguns indivíduos pertencentes a grupos vulneráveis, que servisse para compreender a importância relativa dos diferentes aspectos da habitação responsáveis por diferentes *níveis de vulnerabilidade*;

v) a *criação de medidas bioclimáticas preventivas* (já referenciadas acima) passíveis de serem implementadas nas residências com necessidades profundas, sendo para tal necessária a participação de técnicos de planeamento urbano, de protecção civil e profissionais de saúde. O recurso a programas de reabilitação urbana (RECRIA, o REHABITA, o RECRIPH e o SOLARH) poderia ser importante enquanto meio de apoio financeiro a algumas famílias. Ainda assim, poderiam ser necessárias outras estratégias de financiamento destinadas a apoiar os grupos mais carenciados da população;

vi) o *aproveitamento e/ou criação de mecanismos de gestão territorial* que poderia passar pela implementação da *Agenda 21*, dado constituir o plano por excelência de incentivo à participação activa dos cidadãos, do designado *empowerment* das populações, seria também adequado para diagnosticar necessidades nesta matéria. Ora, se este plano é o primeiro a defender as reclamadas *cidades saudáveis* porque não poderão as políticas de saúde e urbanas retirar partido dos seus propósitos? Neste sentido, importa também reconhecer a importância das políticas *"bottom-up"*, cuja missão reside na auscultação das

necessidades emergentes dos cidadãos, por parte do poder do local encarregue por transmiti-las aos níveis hierárquicos superiores.

Somente, uma acção coordenada entre a entidade de planeamento urbano, protecção civil e serviços de saúde, de âmbito municipal, seria certamente o óptimo na defesa de um planeamento de prevenção, abrangendo este "actividades tais como a identificação, a avaliação e a previsão dos riscos colectivos, uma análise permanente das vulnerabilidades, seguindo-se o estabelecimento de medidas de prevenção e as de planeamento e, não menos importante, uma informação e sensibilização correctas e eficazes" (*fig. 58*) (SNPC, 2006).

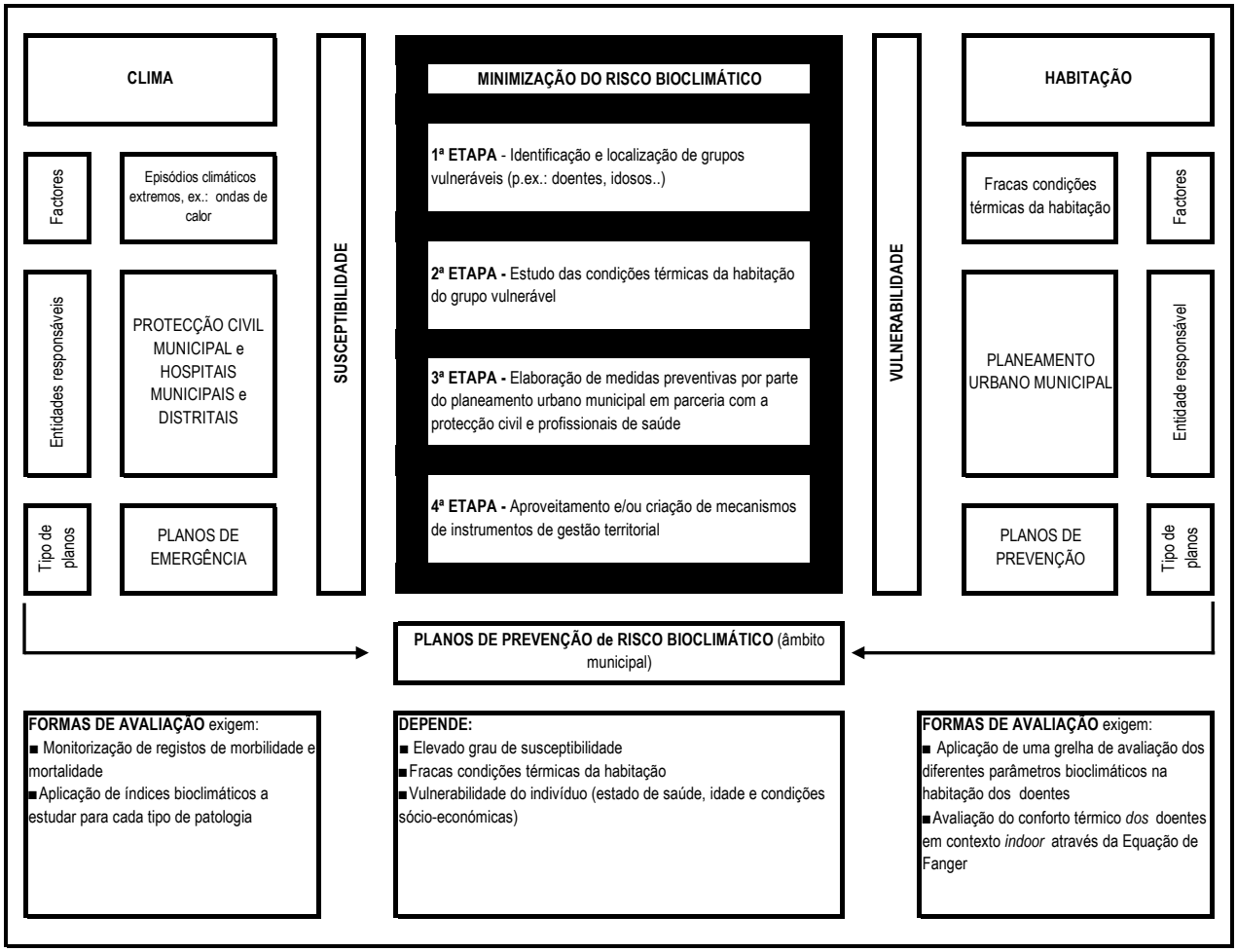


Figura 58 – Proposta de criação de planos de prevenção de risco bioclimático

Cap.6 – CASO DE ESTUDO - Aplicação metodológica de análise bioclimática da habitação de uma amostra de doentes vítimas de enfarte de miocárdio

No território continental e insular português, os riscos climáticos foram durante muito tempo evitados com grande sabedoria (…), embora a política de solos não seja, hoje, muitas vezes bastante prudente, (…) como se verifica pela localização das principais cidades do continente na margem norte dos rios, e das ilhas, na costa sul abrigadas dos ventos dominantes.

HIPÓLITO-REIS (2006)

6.1. Justificação da amostra

O presente ponto resultará num esforço da aplicação metodológica de análise bioclimática proposta anteriormente. O concelho do Porto será o contexto espacial escolhido para a aplicação das etapas metodológicas. Tal escolha reside, por um lado, na proximidade em relação ao objecto de análise e, por outro lado, no interesse em estudar o contexto bioclimático de um grupo da sociedade particularmente vunerável ao risco bioclimático, tratando-se de um grupo de doentes vítimas de enfarte de miocárdio, sendo tal possível devido à existência de uma comunidade de doentes devidamente identificados.

Assim, a amostra em estudo visará por um lado demonstrar a aplicabilidade metodológica sugerida, bem como reforçar a importância da realização de uma análise bioclimática não somente na perspectiva do clima como recurso mas também enquanto um risco para a saúde humana.

Nalguns países nórdicos, ou em climas frios, grande parte do desencadeamento de doenças de cariz cardiovascular, por exemplo, resulta de limites mínimos de temperatura extremos.

Contudo, nas latitudes onde o calor se faz sentir com maior intensidade, associado a episódios de ilhas de calor urbano, as fragilidades na saúde são antes o produto de temperaturas elevadas. Um estudo realizado por SHIMODA[26] (2003), sobre medidas de adaptação para as mudanças de clima e a ilha de calor urbana no Japão revela que "na cidade de Osaka o número de pacientes, vítimas de AVC's, aumentou rapidamente quando a temperatura máxima do ar diária excedeu os 30º C, especialmente, quando ultrapassou os 35º C". PAN[27] & all. (1995) num estudo que apresentaram sobre extremos de temperatura e mortalidade devido a ataques cardíacos em idosos chineses referem que "no grupo etário mais idoso da população (sendo consideradas todas as populações com idade superior a 65 anos) o risco de enfarte de miocárdio foi 20% superior quando a temperatura atingiu os 32º C, em relação ao risco existente quando a temperatura se situava apenas entre os 26-29º C".

As ondas de calor que se têm feito sentir com mais frequência e intensidade, nos últimos anos, têm aumentado as situações de risco referenciadas, destaque para as ondas de calor ocorridas em 1976 que provocou 9,7% de aumento da mortalidade em Inglaterra e 15,4% na Irlanda, em 1981 com efeitos gravosos em Portugal (registando-se um total de 1906 mortes por excesso), em 1983 observada na Itália (resultando em valores muito superiores à média em diferentes cidades), em 1987, ano em que a Grécia registou um aumento de 2000 admissões em relação a anos anteriores, em 1995 em que o Reino Unido voltou a ser vítima de um crescimento de mortalidade em cerca de 8,9% (MEUSEL & all., 2004).

A última onda de calor foi a que marcou o Agosto de 2003 cujos impactos foram verdadeiramente perceptíveis, nomeadamente, em Portugal, Espanha, Itália, Alemanha, Hungria, Rússia, Polónia e, particularmente, em França. Neste último país estima-se que a mortalidade excedeu, em cerca de 55% a taxa de mortalidade prevista para aquela altura do ano, por todas as causas de morte (MEUSEL & all, 2004).

Estudos de bioclimatologia humana salientam o facto dos grupos da população mais vulneráveis, nomeadamente doentes, apresentarem um limiar de risco térmico muito mais reduzido do que a generalidade da população. WORLD HEALTH

26 Y. Shimoda – Department of Environmental Engineering
27 Wen-Harn Pan – Division of Epidemiology and Public Health, Institute of Biomedical Sciences, Taiwan; Lung-An Li – Institute of Statistics, Academia Sinica, Taipei; Ming-Jan Tsai – National Taiwan University, Taipei

ORGANIZATON (2003) refere que o limte de tolerância térmico dos indivíduos tende a diminuir com o estreitar da idade e da doença. A este propósito, também JENDRITZKY (1993) considera que vítimas de doenças cardiovasculares, considerados grupos de risco, possuem uma menor capacidade de adaptação e resistência a factores de stress térmico. O mesmo autor (1993) acrescenta que especialmente as doenças cardiovasculares e respiratórias podem ser agravadas, dependendo da predisposição de cada indivíduo. KALKSTEIN & all.[28] (1997) refere que "as mortes provocadas por doenças cardiovasculares aumentam durante condições de tempo de stress térmico para o organismo". Outro estudo de bioclimatologia urbana elaborado pela WORLD HEALTH ORGANIZATION (2003), realizado no âmbito de riscos e respostas a serem tomadas perante «Ondas de Calor» defende que as pessoas com problemas de saúde, nomeadamente, de coração, hipertensão, deficiências respiratórias e de rins são as mais susceptíveis a efeitos indesejados na saúde, enquanto resultado de determinadas condições de calor e/ ou humidade. Um outro estudo de saúde Pública de MEUSEL & all. (2004), dá a conhecer que aquando da ocorrência de ondas de calor, o maior aumento da mortalidade ocorre naqueles indivíduos que sofrem de problemas do sistema nervoso central, do sistema respiratório e *cardiovascular* e perturbações da glândula metabólica e endócrina.

Em Portugal, alguns estudos realizados pelo INSTITUTO RICARDO JORGE (2003), nomeadamente, o que teve como objectivo estudar as repercussões da onda de calor de 2003 sobre a saúde da população, afirma que a onda de calor de 1981 resultou num excesso de cerca de 1900 óbitos relativamente aos esperados, assim como a que ocorreu uma década mais tarde que provocaria um excesso de 1000 mortes. No caso da onda de calor de 2003, os resultados apontam para uma menor intensidade dos seus efeitos, referindo como um dos principais motivos a existência de um sistema de alerta pelo Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção civil. Estas medidas de antecipação e de alerta durante o desencadear da "crise" são fundamentais, mas acreditamos que o planeamento da saúde deve premiar um planeamento de prevenção que pode passar pela melhoria das condições habitacionais e do território dos indivíduos.

Na sequência de uma grave onda de calor sucedida na Europa em 2003, a Organização Mundial de Saúde organizou um encontro em Bratislava, em 2004, onde se reuniram vários políticos mundiais do sector da saúde, investigadores de epidemiologia e do ambiente para discutir o problema dos extremos climáticos e, respectivas, respostas de saúde pública.

Dos vários campos de acção iniciados para limitar os efeitos na saúde pública de qualquer onda de calor no futuro foram apontados:

i) Realização de vários estudos que permitam avaliar factores de risco associados às ondas de calor e sequências causais, como por exemplo, *condições de habitação*, pessoas que vivam sozinhas, poluição atmosférica e medicação.
ii) Criação de melhores mecanismos de vigilância na saúde e ambiente, por exemplo, pelo controlo do número de admissões no hospital, bem como de dados meteorológicos.
iii) Concepção de planos nacionais e locais que definam com precisão quais os organismos públicos responsáveis pela questão das ondas de calor, o seu papel e as acções a serem tomadas em cada nível de acção. Estas acções envolvem a definição de listas de pessoas idosas vulneráveis e pessoas com deficiências, a criação de áreas com ar condicionado e serviço de enfermagem ao domicílio.

[28] Laurence S. Kalkstein – Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware, Newark; J. Scott Greene – Oklahoma Climatological Survey, University of Oklahoma, Norman, USA

As recomendações finais do encontro, no sentido de desenvolvimento de um sistema de prevenção das ondas de calor, propostas por diferentes Ministros da Saúde de vários países, da Organização Meteorológica Mundial e das Agências Meteorológicas Nacionais resultaram nas seguintes indicações:

i) Identificação de uma comunidade base para a protecção de indivíduos vulneráveis
ii) Desenvolvimento de sistemas de monitorização em tempo real para relatar a morbilidade e mortalidade
iii) Desenvolvimento de sistemas de arrefecimento públicos para proteger os indivíduos mais vulneráveis, particularmente, nos hospitais e centros de saúde
iv) Identificação de grupos locais de elevado risco
v) Desenvolvimento de actividades para uma comunidade-base, nomeadamente, através de cuidados sociais e médicos para as pessoas mais idosas
vi) Desenvolvimento de estratégias de longo prazo, através de medidas que passem pela melhoria do desenho das habitações e pela redução da ilha de calor urbano.
vii) Investigação de interacções entre poluentes e eventos meteorológicos extremos
Os efeitos de tal modo significativos nesta última onda de calor de 2003 impulsionaram a definição de alerta de vigilância e de actuação durante a onda de calor mas outras medidas, nomeadamente, de longo prazo, com a vista à melhoria da prevenção de grupos vulneráveis não foram esquecidas. Um estudo realizado pela Organização Mundial de Saúde (2003), imediatamente, à ocorrência desta onda de calor aponta, neste sentido, medidas de redução de stress térmico em ambientes exteriores e interiores, acrescentando que "é assumido que o planeamento urbano desempenha um papel importante na prevenção primária". O reconhecimento da necessidade de uma actuação preventiva por parte de profissionais do território resulta da consciência, por exemplo, que as ondas de calor são um problema especialmente em áreas urbanas, uma vez que as construções retêm calor à noite quando a ventilação é inadequada. Aliás, a propósito deste último aspecto, um estudo sobre indicadores de saúde das habitações realizado pela Organização Mundial de Saúde (2004) revela a importância de um investimento em tentativas que minimizem os extremos da temperatura do ar interior, considerando uma fraca insolação e uma reduzida ventilação como aspectos que deverão ser tomados em consideração para uma habitação mais saudável. A confirmar estas preocupações, um outro estudo a cargo da Organização Mundial de Saúde (2005) repara "Housing with no cross ventilation or shading devices is associated with excess mortality".

O Painel Intergovernamental para alterações climáticas acrescenta ainda que *"os maiores aumentos, ao nível de stress térmico, prognostica-se para as latitudes médias e altas (das zonas temperadas), especialmente em populações com uma arquitectura não adaptada e acondicionamento de ar limitado".*

HOPPE [29](1993b) aponta ainda para uma necessidade de melhoria do clima interior, de modo a torná-lo mais saudável, que deve passar por um desenho de construção e arquitectura adequados às particularidades do contexto climático.

Perante necessidades já reconhecidas da bioclimatologia humana, JENDRITZKY (1993) afirma "*que o conhecimento bioclimático pode ajudar ao nível do planeamento de prevenção, a conservar e a desenvolver o clima como um recurso natural que não ignora o bem-estar e a saúde do homem"* entende-se que uma parceria entre profissionais de planeamento e de medicina seria uma oportunidade de excelência para rentabilizar a Saúde Ambiental.

[29] P.R. Hoppe - Institute and Outpatient Clinic for Occupational Medicine, University of Munich

Perante estes primeiros reflexos das alterações climáticas na saúde dos nossos habitantes, consideramos importante apontar caminhos enquanto "medidas de impacte". Nesse sentido, aproveitando a proposta de análise bioclimática que defendemos na primeira parte do trabalho e, na sequência da existência de uma amostra de doentes vítimas de enfarte de miocárdio que estão a ser acompanhadas, no que diz respeito a hábitos alimentares, actividade física, sintomas que indiciam determinadas doenças, doenças de família, entre outros aspectos, por uma equipa de investigação de epidemiologia do Hospital de S. João, consideramos ser uma mais valia aprofundar o conhecimento do contexto climático *outdoor* e *indoor* desses indivíduos.

6.2 Contextualização da área em estudo

Antes de qualquer exercício de conhecimento da nossa área em estudo, valerá a pena localizar a cidade num contexto geográfico mais abrangente. Em termos de dimensão e de coordenadas geográficas, "A cidade do Porto ocupa uma área de cerca de 4000 ha, entre os paralelos 41º8' N e 41º11' N e entre os meridianos 8º 33' W e 8º41' W Greenwich" (MONTEIRO, 1997, p.39). Na região norte do país, a cidade do Porto localiza-se no distrito com mesmo nome que aglomera um total de 18 concelhos. A cidade do Porto usufrui de uma costa litoral a oeste, banhada pelo oceano atlântico e realiza fronteira com 4 concelhos, a norte com Matosinhos, a nordeste com a Maia, a este com Gondomar e, finalmente, a sul com o concelho de Vila Nova de Gaia cuja fronteira administrativa é marcada pelo Rio Douro. Foz do Douro e Nevogilde enquanto áreas marítimas, Lordelo do Ouro, Massarelos, Miragaia, S.Nicolau, Sé e Bonfim no papel de freguesias ribeirinhas, Aldoar, Ramalde e Paranhos no extremo norte, Campanha no limite leste e Cedofeita, Sto. Ildefonso e Vitória inseridas no interior da cidade perfazem o total de 15 freguesias do concelho do Porto cuja área na maioria urbanizada permite apelidá-lo de cidade (*fig. 59*).

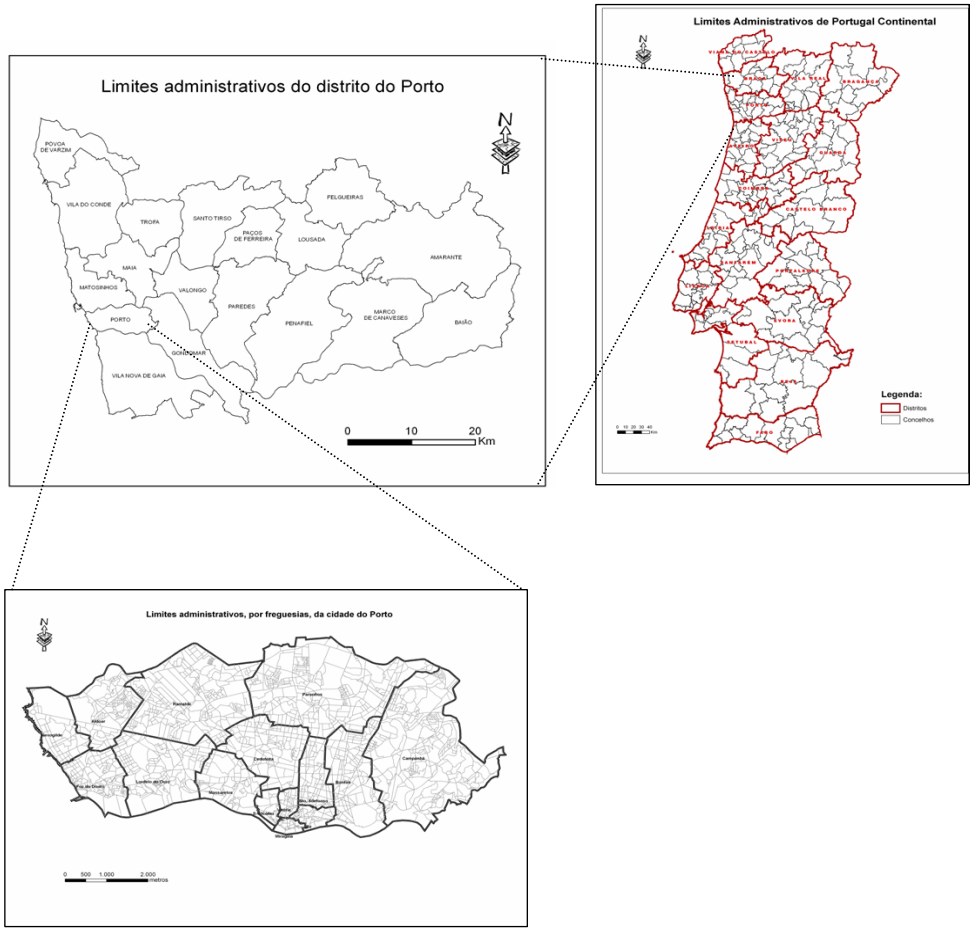


Figura 59 – Localização geográfica da área em estudo

6.3. Aplicação metodológica de análise bioclimática à cidade do Porto

Para efeito do estudo da componente prática do presente trabalho, antes de mais importa compreender as actuais tendências do clima da cidade do Porto para podermos compreender de que modo a sua evolução é semelhante ou não às actuais tendências do clima global, referidas já anteriormente.

Num segundo ponto, seguir-se-à a caracterização do clima urbano portuense[30], atribuindo-se um especial enfoque aos elementos climáticos que serão considerados os mais relevantes na elaboração da grelha de critérios bioclimáticos, nomeadamente, a radiação solar, a humidade, o vento e a temperatura.

Num terceiro ponto, será realizada uma análise bioclimática da cidade, baseada em diferentes métodos de análise bioclimática que consistem na definição zonas de (des)conforto térmico e, respectivas estratégias de resolução aplicadas ao estudo das necessidades climáticas da cidade do Porto.

O quarto ponto centrar-se-á na caracterização das condições físicas do concelho do Porto, baseada em diferentes factores espaciais permanentes permitirá a elaboração cartográfica de caracterização das condições naturais de radiação solar, humidade e ventilação, no Inverno e no Verão.

O quinto ponto debruçar-se-á na avaliação das condições de edificado e envolvente da amosta de doentes vítimas de enfarte de miocárdio, o que implicará a sua identificação e localização, o levantamento da informação das condições de edificado da amostra, a classificação de alguns indicadores através de uma grelha de recenseamento, a justificação da gradação atribuída a cada indicador, a síntese de alguns resultados e, respectivas, recomendações.

6.3.1 Caracterização climática do Porto

6.3.1.1Tendências seculares do clima do Porto

Temperatura Máxima e Mínima

A partir da série secular de dados climatológicos, disponível no Observatório Meteorológico da Serra do Pilar, é possível compreender a evolução do comportamento climático da temperatura, nomeadamente, estabelecer comparações entre o comportamento da temperatura máxima e da mínima. Importa referir a presença de algumas lacunas da informação, nomeadamente, nos anos de 1920 e 1921 para os quais não foram realizadas quaisquer monitorizações no referido observatório.

No entanto, apesar da presença de tais lacunas, muito pontualmente, não poderemos de deixar de observar algumas tendências, nomeadamente (*fig. 60*):

[30] A análise da informação climatológica aqui reproduzida foi retirada de uma publicação de MONTEIRO, A. & all. (2007), "A história e a memória do Observatório Meteorológico da Serra do Pilar (1880-2005) ", em fase de preparação.

a) Aumento progressivo da temperatura média máxima secular, através da observação do comportamento da sua recta de regressão; Não podemos, porém, ficar indiferentes às pequenas variações que nela se vão verificando. Do início do século até sensivelmente ao final da década de 1930, verifica-se um comportamento da temperatura máxima inferior ao seu comportamento linear; a partir dos finais da década de 1930 até, aproximadamente, à metade da década de 1960, as temperaturas máximas apresentam uma tendência de aumento para posteriormente voltarem a diminuir os seus valores que só voltarão a revelar tendências de crescimento nos finais da década de 1970. Desde então, as temperaturas máximas parecem ter retomado um novo ciclo de evolução positiva.

b) A temperatura mínima, à semelhança da temperatura máxima, parece também revelar algumas tendências de acréscimo, ao longo do século XX. Embora, nem sempre os seus ciclos coincidam com os que detectados no comportamento da temperatura máxima, podemos mesmo perceber algumas aproximações ente ambas, destaque para os acréscimos verificados por ambas na década de 1950, bem como a tendência de crescimento registada desde a década de 1980 até à actualidade. Os primeiros, cerca de quinze anos do século XX, revelam temperaturas mínimas significativas em relação ao comportamento dos anos vindouros. Com algumas excepções de assinalar, nomeadamente nalguns anos da década de 1950, um segundo período pode ser analisado desde 1915 até à segunda metade da década de 1980, altura em que as temperaturas mínimas voltam a subir, atingindo valores nunca antes alcançados.

c) Embora a temperatura máxima e mínima sejam ambas reveladoras de tendências de aumento dos seus valores, é de sublinhar o crescimento mais perceptível da recta de regressão da temperatura máxima comparativamente com o da temperatura mínima.

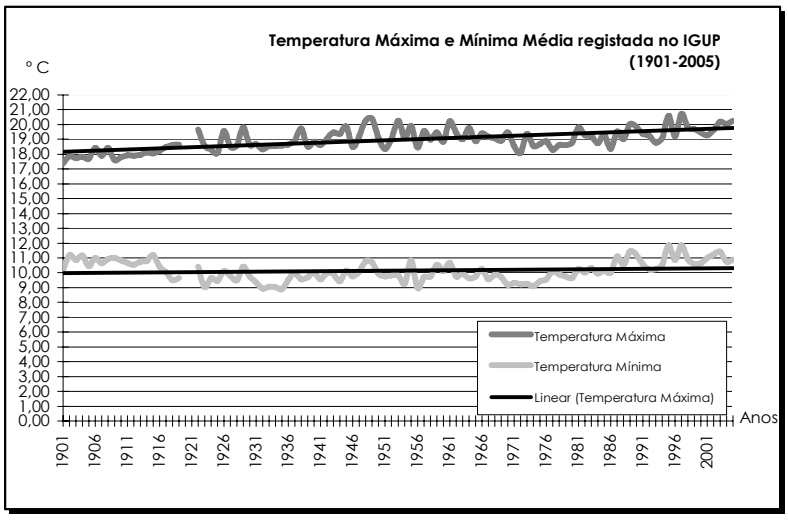


Figura 60 – Comportamento secular da temperatura máxima e mínima registada no IGUP

d) A partir da década de 1980 até à actualidade, regista-se um novo ciclo de crescimento para ambas as temperaturas, atingindo valores verdadeiramente excepcionais relativamente aos seus valores médios.

No entanto, o estudo das tendências climáticas do elemento climático temperatura não se esgota na observação do seu comportamento secular, uma vez que existem outros métodos capazes de ajudar a compreender essas tendências. Assim, com base nalguns indíces utilizados pela equipa interdisciplinar SIAM no estudo das alterações climáticas em Portugal, foi possível aprofundar as ditas tendências.

Assim, novos argumentos sustentam a defesa de tendências de aquecimento da temperatura desde o início do século, nomeadamente (*figs. 61,62, 63, 64*):

a) Diminuição do nº dias com temperatura máxima superior e igual a 0ºC, o que significa que a cidade do Porto tem assistido a uma redução do seu número anual de dias de geada;

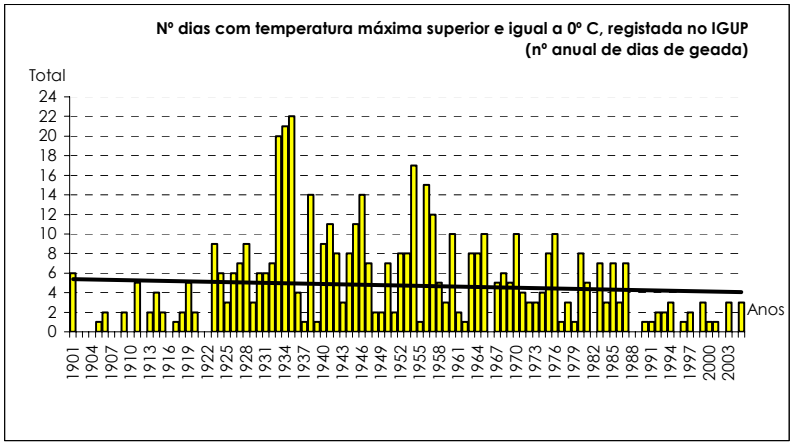


Figura 61 – Evolução do nº dias com temperatura máxima superior e igual a 0 ºC

b) Acréscimo do total de dias com temperatura mínima superior e igual a 20º C, o equivale a afirmar, que o número de noites tropicais tem vindo a intensificar-se na cidade do Porto.

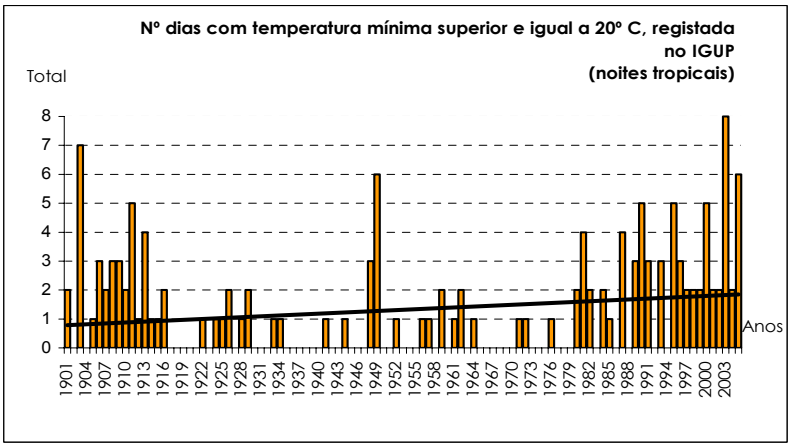


Figura 62 – Evolução secular do nº de noites tropicais

C) Subida do número de dias com temperatura máxima superior e igual a 25º C, registada no Observatório Meteorológico da Serra do Pilar, desde o início do século até à actualidade, ou seja, o número de dias de verão tem aumentado.

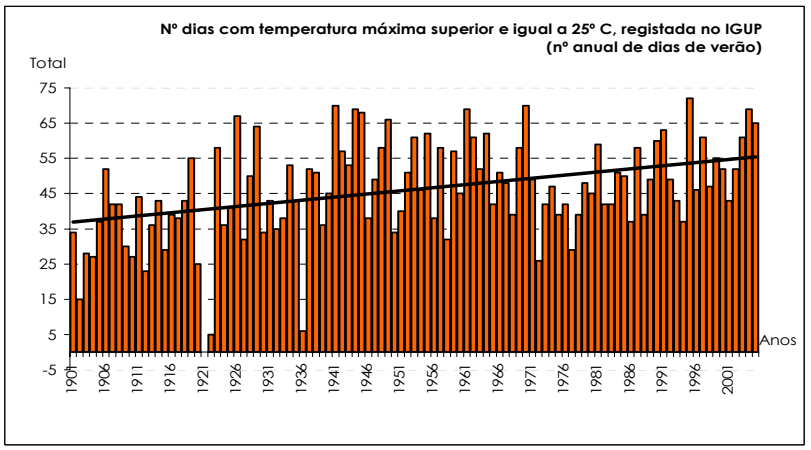


Figura 63 – Evolução secular do nº anual de dias de verão

d) Na tentativa de compreender a evolução das temperaturas máximas a partir dos 35º C, uma vez que constitui o valor de temperatura que associado a valores iguais ou superiores a 50% de humidade relativa exige algum esforço de adaptação, por parte do organismo humano revelando este provavelmente alguns sintomas de fadiga (NATIONAL OCEANIC &

ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, 2006)[31], contabilizou-se o número de dias designados por dias muito quentes (MIRANDA & all., 2006), com temperatura máxima superior a 35 º C e, mais uma vez, detecta-se uma tendência de crescimento.

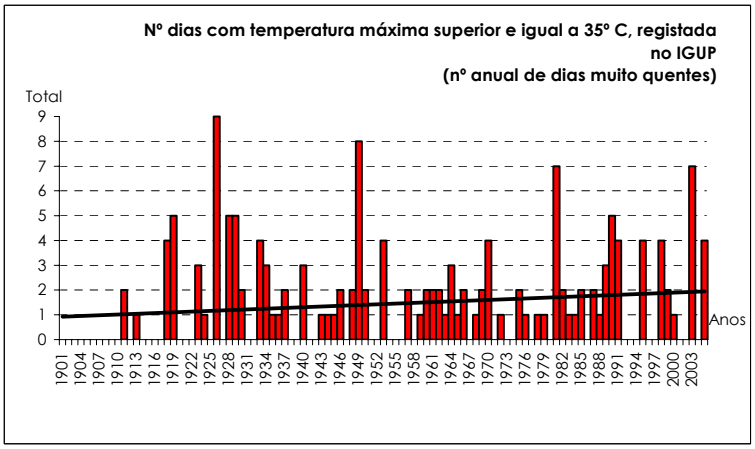


Figura 64 – Evolução secular do nº dias muito quentes

Atendendo às comparações entre o comportamento médio da temperatura máxima e mínima, assim como às tendências de comportamento de alguns dos seus valores extremos e às respectivas linhas de tendência de tipo linear, parecem não restar dúvidas no que diz respeito às mudanças que se tem vindo a verificar no comportamento de acréscimos da temperatura registada na cidade do Porto.

Precipitação

No que diz respeito à análise dos quantitativos da precipitação ocorrida anualmente na cidade (*fig. 65*), é necessário reservar alguns cuidados, uma vez que para este elemento climático não dispõe de registos no intervalo entre 1900-1907 (inclusive) e nos anos de 1921 e 1922. Ainda assim, a linha de tendência linear para este parâmetro apresenta um comportamento de crescimento.

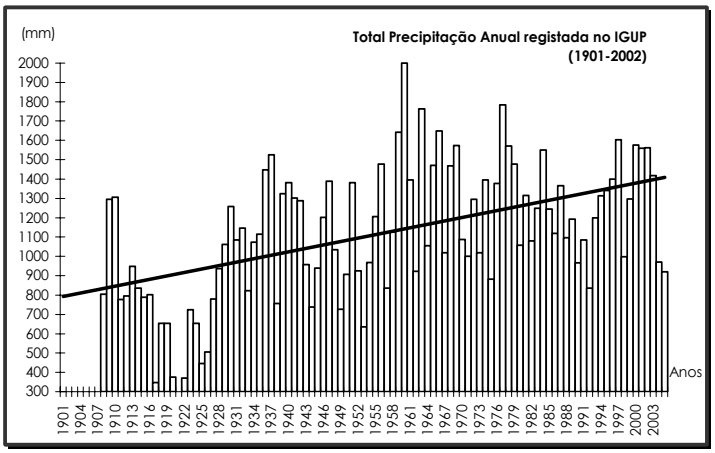


Figura 65 – Evolução secular do total de precipitação

Humidade, Nebulosidade e Insolação

A recta linear da humidade relativa revela um aumento, em média, de cerca de 1%, no período considerado, entre 1970-2005, tendo sido o ano de 1993 o que apresentou um valor máximo de 90,1% (*fig. 66*).

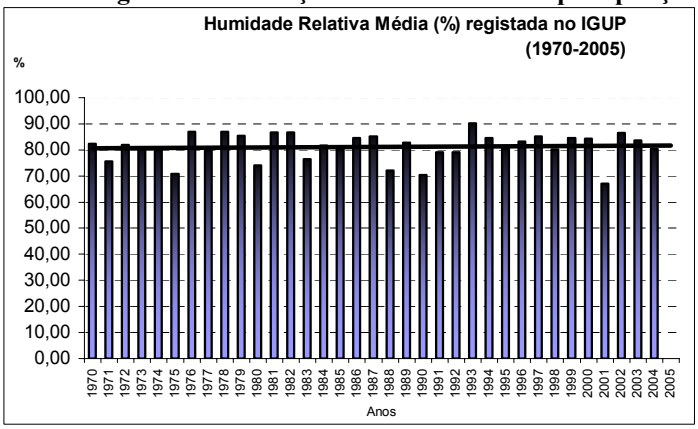


Figura 66 – Evolução da humidade relativa média

31Disponível em: www.nws.noaa.gov/om/brochures/heat_wave.shtml

A percentagem de insolação, ou se quisermos, do número de radiação solar incidente relativamente ao número de horas que o sol se encontra acima da linha de horizonte apresenta uma diminuição ligeira, entre o período de 1970 a 2005, na cidade do Porto (*fig. 67*).

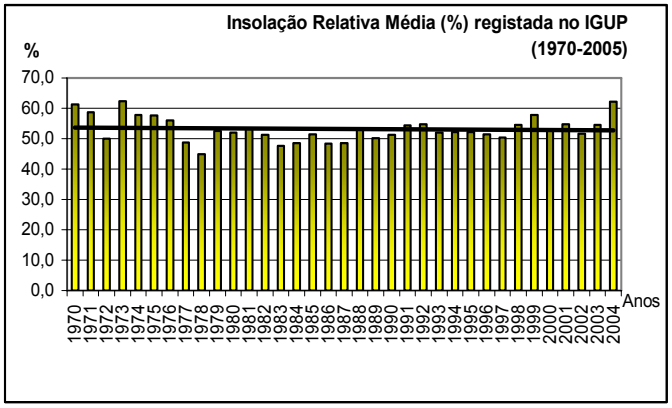


Figura 67 – Evolução da insolação relativa média

Em oposição ao comportamento da insolação, a nebulosidade média registada durante o mesmo período aumentou. Contudo, é preciso atender ao carácter qualitativo de classificação de céu encoberto, relativizando a sua fiabilidade.

"Um aumento da nebulosidade devida a nuvens baixas é consistente com um acréscimo na humidade relativa perto da superfície e com um decréscimo de horas de sol, o que provoca uma diminuição da amplitude térmica diária" (MIRANDA & all, 2006, p.54) (*fig. 68*).

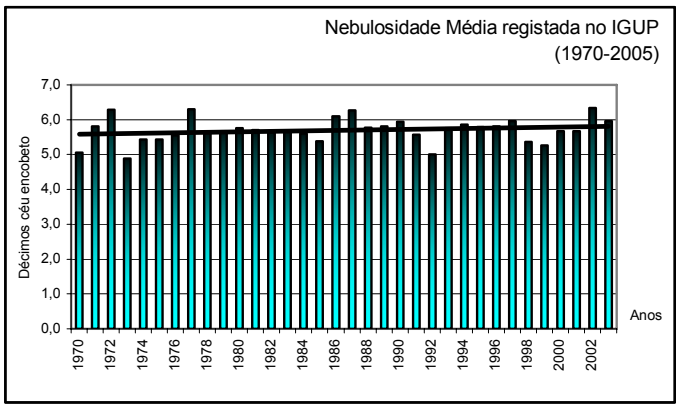


Figura 68 – Evolução secular da nebulosidade média

6.3.1.2 Distribuição sazonal dos elementos climáticos

Temperatura Máxima

A temperatura máxima média, como já foi referido anteriormente, tem vindo a registar uma tendência de acréscimo que se estende a todas as estações do ano.

É curioso notar, porém, que no Outono, estação do ano cuja tendência ao longo da série considerada é mais constante, é também aquela que assume um desvio padrão mais acentuado (4,3). O mesmo será dizer que apesar dos seus extremos marcantes, em termos de resultado final, o seu comportamento não revela grandes modificações (*fig. 69*).

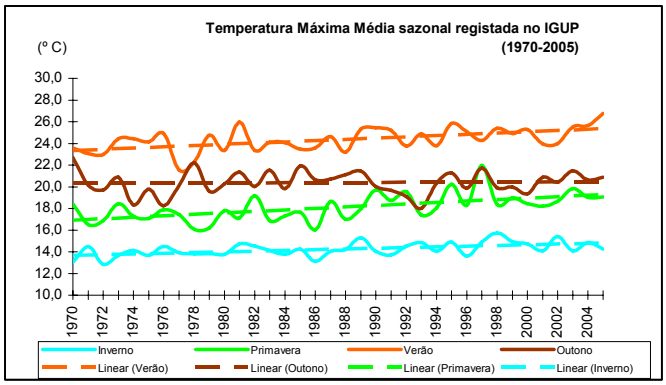


Figura 69 – Comportamento da temperatura máxima média por estação do ano

As variações da linha de tendência permitem também conhecer as estações que demonstram um maior crescimento dos valores da temperatura máxima, sendo de assinalar a estação primaveril como aquela onde este se faz sentir de modo mais

relevante, em cerca de 2,5 º C, seguida do Verão que apresenta um acréscimo de 2,0º C. A estação caracterizada pela temperatura máxima média menor, o Inverno, não deixa de apresentar um crescimento de 1,5º C. Sendo de sublinhar que somente o Outono demonstra uma estabilidade no seu comportamento.

Os valores médios da temperatura máxima atingem os seus mínimos no Inverno (14º C), em contrapartida, alcançam o valor médio máximo no verão (24º C). A estação da Primavera apresenta um valor médio de temperatura máxima (18º C) inferior ao registado no Outono (20º C).

Na tentativa de compreender quais os valores que caracterizam a série se a dividirmos em duas partes semelhantes, é possível socorrer-mo-nos da mediana. No caso da temperatura máxima, o valor da mediana é quase sempre inferior ao valor médio para cada estação do ano, com a excepção do Inverno cujo valor médio é ligeiramente superior. O facto do valor médio ser superior ao valor da mediana significa que se ordenarmos a série, por ordem crescente, a média situar-se-à abaixo da mediana.

Tabela 10 – Síntese estatística da temperatura máxima, por estações, entre 1970-2005

Temperatura Máxima (º C) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	14,21	18,11	24,4	20,4
Moda	14,43	16,82	22,7	20,8
Valor Máximo	20,96	28,63	35,5	32,3
Valor Mínimo	7,89	11,14	17,3	11,9
Desvio Padrão	2,46	3,63	4,0	4,3
Coef. Variação	0,17	0,20	0,2	0,2
Percentil 5	10,26	13,31	19,2	14,1
Percentil 10	11,23	13,95	20,1	15,1
Mediana	14,15	17,61	23,5	20,0
Percentil 90	17,20	22,91	30,2	26,1
Percentil 95	18,28	24,70	32,1	27,8
Percentil 99	20,10	27,46	34,4	31,1

Se a pretensão for a de compreender a importância dos valores extremos, por exemplo, valores da temperatura máxima maiores a 35, 5º C (valor máximo no verão), poderemos, então, retirar partido dos restantes percentis. Da análise ao percentil 99, é possível perceber que somente 1% do total dos valores apresenta valores superiores a 34,4 º C, remetendo os valores máximos localizados neste intervalo. Contudo, apesar de aparentemente irrelevantes, estes valores pelo perigo que podem constituir para os seres vivos, nomeadamente, para o próprio Homem, exigem um conhecimento mais aprofundado. Como já foi referido anteriormente, o número de dias com temperaturas superiores a 35º C têm vindo a aumentar, nomeadamente, desde o início do século XXI. Normalmente, *"as temperaturas máximas mais elevadas, entre 25 e 30º C ocorrem, sobretudo, em dias sob a acção do Anticiclone Atlântico Zonal ou do Anticiclone Atlântico Subtropical"* (MONTEIRO, 1997, p.204). Ainda assim, este pormenor não é suficiente para, por exemplo, explicar o fenómeno de onda de calor (*tabela 10*).

Temperatura Mínima

Os valores extremos da temperatura mínima, à semelhança do comportamento da temperatura máxima têm registado um crescimento, no período considerado,oscilando entre um valor mínimo de 6º C no Inverno e um valor máximo de 15º C no Verão. Os valores médios das estações intermédias diferenciam-se entre si por uma diferença de 2º C, verificando-se que a Primavera (9º C) atinge um valor mínimo mais acentuado do que o Outono(*fig. 70*).

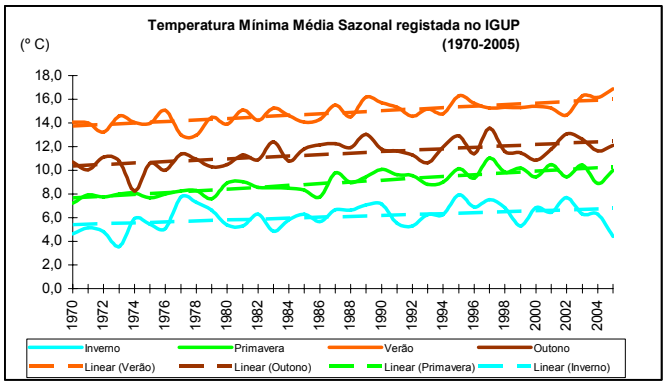


Figura 70 - Comportamento da temperatura mínima média por estação do ano

No que diz respeito à irregularidade da temperatura mínima, verifica-se que o verão é a estação do ano mais revaladora de valores mais estáveis, menos susceptíveis a grandes variações, sendo tal facto percebido através do coeficiente de variação de 0,1. Em contrapartida, é no Inverno que as oscilações entre valores médios máximos ocorridos nalguns anos e valores médios mínimos verificados noutros é superior, sendo de 0,6. As estações de transição apresentam um comportamento semelhante no que concerne à sua distribuição temporal apresentando valores de 0,3 de coeficiente de variação.

A média da temperatura mínima no Inverno ao ser superior à sua mediana anuncia que na série a sua localização ainda é posterior ao valor que divide a série em duas partes iguais. Já na Primavera e no Outono tal facto não se observa, pelo contrário, nota-se uma ligeira diferença entre a média e a mediana, sendo esta última superior em cerca de 0,1º C e 0,4º C, respectivamente. Somente no Verão é que a média coincide com a divisão da série de modo exactamente equilibrado, uma vez que quer a média, quer a mediana acolhem o valor de 14,9º C (*tabela 11)*.

Tabela 11- Síntese estatística da temperatura mínima, por estações, entre 1970-2005

Temperatura Mínima (º C) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	6,09	8,97	14,9	11,4
Moda	5,85	8,58	14,8	12,6
Valor Máximo	13,77	15,79	20,6	18,4
Valor Mínimo	-0,86	1,96	9,1	2,6
Desvio Padrão	3,42	2,98	2,2	3,6
Coef. Variação	0,58	0,34	0,1	0,3
Percentil 5	0,79	4,05	11,3	5,1
Percentil 10	1,68	5,11	12,2	6,5
Mediana	6,02	9,06	14,9	11,8
Percentil 90	10,61	12,72	17,4	15,8
Percentil 95	11,73	13,54	18,3	16,5
Percentil 99	13,13	14,72	19,7	17,6

Uma medida de dispersão que assume especial importância para o estudo da temperatura mínima é o Percentil 5, ao permitir identificar, para um dada série, um valor de referência mínimo que define somente 5 valores do total da série que lhe são

inferiores. No caso do clima da cidade do Porto, ficamos a saber que em média, desde 1970 até à actualidade, só se verificaram 5 vezes temperaturas inferiores a 0,8, por ano, na estação do Inverno. Assim sendo, será útil uma comparação a situações extremas de temperatura, nomeadamente, entre o percentil 5 da temperatura média mínima e o percentil 95 da temperatura média máxima, à qual não deve escapar uma pequena observação. Recordamos que este último era de 34,4 na estação mais quente, no verão, e que 35º C constitui já uma temperatura de risco para a saúde humana (NOAA, 2006). No caso das temperaturas mínimas, 90% dos seus valores, no Inverno, encontram-se abaixo dos 10,6º C, o que poderá indicar algumas necessidades de protecções ao frio em relação ao clima portuense, uma vez que o risco de mortalidade por acidentes cardiovasculares, parece iniciar-se com temperaturas inferiores a 10º C quando a estas se associa uma quebra de 1º C na temperatura média verificada durante uma semana (NAFSTAD & all *cit in* CHANG & all., 2004). Esta realidade de extremos de temperaturas, quer para as máximas no verão e as mínimas no Inverno dão conta da importância que se deve atribuir às políticas de planeamento, no momento de operacionalização dos territórios, não devendo os seus agentes participativos ignorar estes elementos climáticos potenciadores de risco que quando combinados com outros podem mesmo ser fatais.

O valor de temperatura mínima que em média mais se repete é de 5,9º C no Inverno, 8,6º C na Primavera, 14,8º C no Verão e 12,6º C no Outono. A propósito da origem das temperaturas mínimas mais reduzidas, MONTEIRO (1997, p.203) refere que os valores mais reduzidos da temperarura que "variam entre 0 e 5º C surgiram, para um período compreendido entre 1987 e 1991, associados a dias sob a influência do anticiclone atlântico misto ligado ao anticiclone térmico da Europa, ou sob a acção do anticiclone europeu". Nesse caso, se as situações sinópticas para um período mais extenso não forem muito divergentes, então, cerca de quase 50% da série em estudo, no Inverno, valor percebido através da mediana de 6,02º C encontrar-se-à sob a acção destas situações sinópticas.

Precipitação

Os quantitativos de precipitação registados na cidade do Porto destacam-se pelas diferenças apresentadas nas diferentes estações do ano, destaque para os máximos que ocorrem no Inverno, variando entre os 700 a 900 mm, em oposição à escassez de água precipitada no verão, altura em que a média, entre o período de 1970-2005 não ultrapassa os 31, 4mm (*fig. 71*).

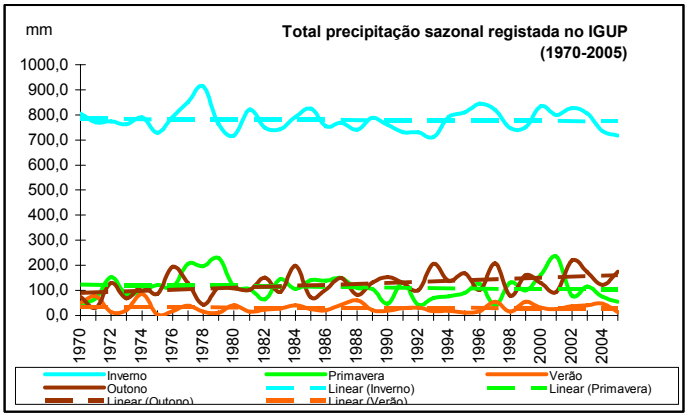


Figura 71 - Comportamento do total de precipitação por estação do ano

Nas estações de transição, na Primavera e Outono a precipitação ainda assume alguma importância, ainda que bastante inferior à verificada no período pluvioso, apresentando valores médios de 113 e 126 mm, respectivamente. Este elemento climático, apesar de ser polémico e, muitas vezes, ser anunciado como um elemento de alerta em anos menos pluviosos, não revela tendências de decréscimo e, pelo menos por agora, parece mesmo anunciar uma certa estabilidade. Ainda a propósito dos níveis de pluviosidade que caracterizam a cidade, poder-se-à acrescentar uma ligeira tendência de aumento da precipitação que se regista no Outono (*tabela 12*).

Tabela 12 - Síntese estatística do total de precipitação, por estações, entre 1970-2005

Precipitação Total 24 h (mm) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	5,43	3,31	1,0	4,2
Moda	0,00	0,00	0,0	0,0
Valor Máximo	49,28	38,98	24,3	55,8
Valor Mínimo	0,00	0,00	0,0	0,0
Desvio Padrão	9,60	6,92	3,5	9,3
Coef. Variação	1,91	2,21	3,6	2,4
Percentil 5	0,00	0,00	0,0	0,0
Percentil 10	0,00	0,00	0,0	0,0
Mediana	0,85	0,13	0,0	0,2
Percentil 90	17,40	10,92	2,3	13,4
Percentil 95	24,09	16,61	6,0	21,0
Percentil 99	40,50	29,49	16,0	38,4

Nebulosidade

A nebulosidade que caracteriza a cidade do Porto é um dos elementos climáticos mais subjectivos, uma vez que a sua classificação depende de um juízo de valor de um técnico do Observatório Meteorológico da Serra do Pilar que olha para o céu e é capaz de atribuir um valor quantitativo ao nível de nuvens, variando este valor entre 0 a 9**.** Ainda assim, o facto do técnico responsável ser sempre o mesmo há umas largas décadas facilita a homegeneidade da informação recolhida. Face à informação que nos é chegada, o que poderemos observar é que sob a cidade do Porto as nuvens são quase sempre uma constante durante todo o ano. É certo que o nível de nuvens que diariamente nos assombra o horizonte varia perante o momento do ano em que nos encontramos, por exemplo, no Inverno este nível atinge os seus máximos, sendo o valor médio da nebulosidade entre 1970-2005 de 7/8 de céu encoberto. Na Primavera e Outono o valor médio soma 6/8 e, no Verão este valor reduz-se a 4/8 (*fig. 72, tabela 13*).

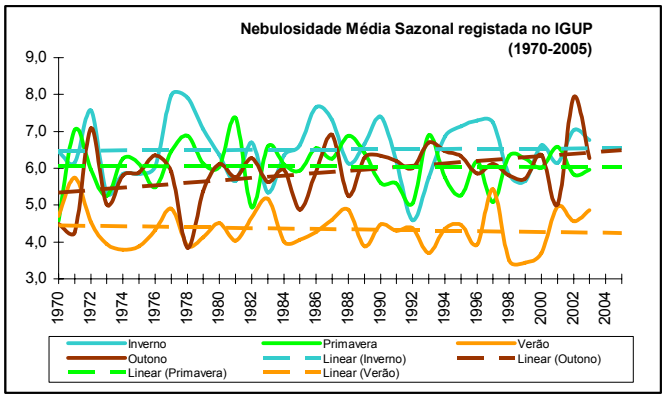


Figura 72 – Comportamento da nebulosidade média por estações do ano

No que diz respeito às tendências sazonais deste elemento, podemos destacar um comportamento estável durante o Inverno e Primavera mas um comportamento, para além de instável, antagónico entre o que acontece no Verão e no Outono. Na época do ano mais quente a nebulosidade, no período considerado, tem vindo a decrescer, em oposição ao acréscimo (de 1,5 céu encoberto) observado durante o Outono.

A época de nebulosidade na cidade do Porto não se reduz aquela que é marcada por menores temperaturas, uma vez que quer no Outono e na Primavera este elemento climático apresenta valores significativos, sendo de destacar os valores que mais se repetem em cada estação. O Inverno é, sem dúvida, a estação mais escura do ano, apresentando uma moda de 9,3 céu encoberto, logo seguido da Primavera que ainda revela 8 céu encoberto. Apesar da moda do Outono não se afastar significativamente da da Primavera alcança uma terceira posição no ranking de nebulosidade, enquanto que no Verão, o valor que mais se repete é de 0,9 de céu encoberto, revelador de céu limpo.

O verão é também a estação do ano que na análise da distribuição da sua série, recorrendo à mediana permite perceber que 50% dos seus valores apresentam valores inferiores a uma nebulosidade de 4, 1 céu encoberto. Para as restantes estações, os valores são sempre superiores a 6, 5 de céu encoberto.

Em termos de regularidade da distribuição da série, através do coeficiente de variação é possível detectar um comportamento análogo entre quase todas as estações, variando os seus valores entre 0,5 e 0,6, à excepção do Verão que é precisamente a estação que apresenta uma maior instabilidade neste elemento (0,8).

Tabela 13 - Síntese estatística da nebulosidade média, por estações, entre 1970-2005

Nebulosidade Média (décimos de céu encoberto) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	6,51	6,06	4,3	5,9
Moda	9,31	7,95	0,9	6,9
Valor Máximo	10,00	10,00	10,0	10,0
Valor Mínimo	0,02	0,02	0,0	0,0
Desvio Padrão	3,37	3,24	3,3	3,3
Coef. Variação	0,53	0,54	0,8	0,6
Percentil 5	0,45	0,42	0,0	0,3
Percentil 10	1,04	1,06	0,1	0,9
Mediana	7,61	6,76	4,1	6,5
Percentil 90	9,93	9,75	9,1	9,8
Percentil 95	9,99	9,91	9,6	10,0
Percentil 99	10,00	9,98	9,9	10,0

Insolação

A percentagem de número de horas de radiação incidente face ao número de horas que o sol se encontra acima da linha de horizonte que, obviamente, depende das estações do ano, estando associada aos próprios níveis de nebulosidade.

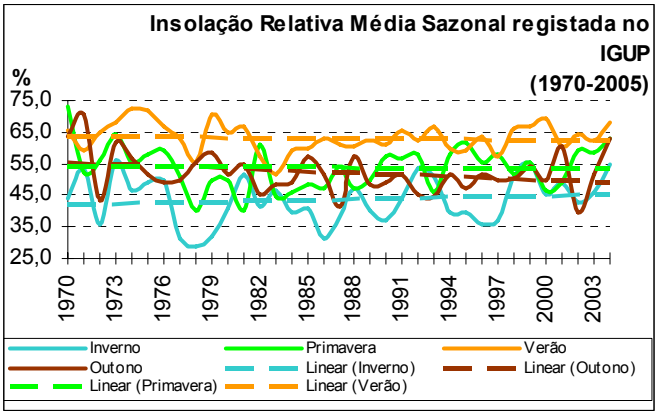


Figura 73 - Comportamento da insolação relativa média por estações do ano

Se, por um lado, o Verão tinha sido identificada como a estação em que os níveis de nebulosidade eram menores, é também, por isso, aquela que recebe maior percentagem de radiação solar, isto porque existe uma menor percentagem de radiação solar que é aborvida pelas nuvens, sendo os valores da energia absorvida transferidos para os valores de energia incidente. Claro está, que esta energia que alcança a superfície terrestre poderá ser mais ou menos absorvida, dependendo da capacidade refleciva de cada material. Este factor constitui um pormenor muito importante que deve também ser mais considerado na escolha de tipo de revestimentos que os profissionais da arquitectura e engenharia utilizam. Se, por um lado, o uso de materiais como betão e cimento podem maximizar a absorção de energia incidente que é tão escassa no Inverno, por outro lado, podem agravar profundamente a chamada «Ilha de Calor Urbano» que se faz sentir no Verão. Esta situação deve-se ao facto do seu albedo ser baixo, o que faz com que ao invés da energia incidente ser novamente reenviada para a atmosfera superior, retem o calor à superfície provocando o aquecimento da temperatura ambiente através de uma troca de calor por condução e convecção (*fig. 73, tabela 14)*.

Tabela 14 - Síntese estatística da insolação média, por estações, entre 1970-2005

Insolação Média (%) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	43,16	53,46	63,1	51,9
Moda	0,00	12,19	48,9	2,8
Valor Máximo	95,28	93,08	93,1	94,7
Valor Mínimo	0,00	0,04	0,3	0,0
Desvio Padrão	34,96	29,76	25,7	31,6
Coef. Variação	0,83	0,57	0,4	0,6
Percentil 5	0,06	1,69	9,7	0,4
Percentil 10	0,36	7,38	22,9	3,7
Mediana	41,60	60,06	71,0	59,4
Percentil 90	89,95	87,73	89,0	88,2
Percentil 95	92,06	90,15	90,6	90,4
Percentil 99	94,21	92,32	92,3	93,3

Na época mais quente do ano, cerca de 50% dos valores de insolação representam 71/% de insolação média, um valor um pouco díspar com o que acontece no Inverno que regista 41,6%, não sendo de estranhar dada a elevada nebulosidade referida anteriormente. Aliás, 0% de insolação média é o valor médio que mais se repete no Inverno.

O que aparentemente pode levantar alguma admiração é o facto dos valores máximos de insolação conseguirem ser alcançados no Inverno, 95,3%, contra os 93,1% registados no Verão. Tal facto pode dever-se à presença de massas de ar anticiclónicas, de origem polar cujo percurso é realizado sob o continente europeu, sendo por isso, uma massa de ar muito seca, provocando uma estabilidade na atmosfera, bem como a ausência de nebulosidade, responsável deste modo por uma capacidade superior de maximizar a radiação solar. Já as massas de ar anticilónicas que afectam a Península Ibérica no Verão caracterizam-se por uma maior percentagem de humidade e, por isso, maiores níveis de evaporação de onde resulta uma pequena nebulosidade que impede que os valores de insolação no verão sejam os máximos.

Humidade Relativa

O cariz de Clima Temperado Marítimo que caracteriza a escala zonal em que o clima Portuense se insere justifica os elevados valores de humidade que constituem uma realidade durante todo a ano, sem excepções. Este será talvez, o elemento climático menos susceptível às influências sazonais, variando entre valores médios máximos que ocorrem no Inverno de 80,5% e valores médios mínimos de 75,6% verificados na Primavera.

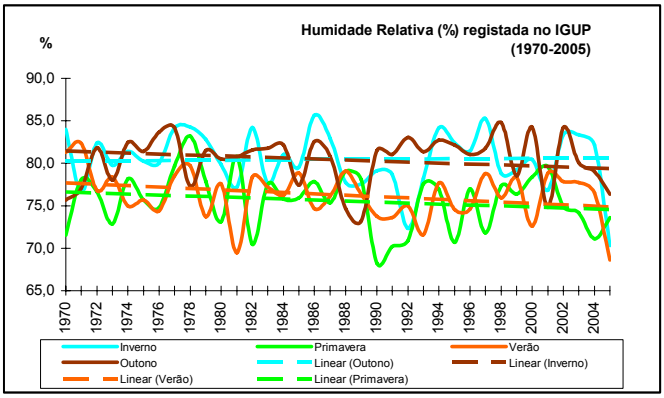


Figura 74 - Comportamento da humidade relativa média por estações do ano

Em 50% dos valores médios de cada estação, observa-se que a humidade relativa ronda, com a diferença de umas escassas décimas, os 80%, provando a importância do Oceano Atlântico na acentuação de um clima bastante húmido da cidade portuense. Há a acrescentar ao valor da mediana, poder-se-á ainda referir que somente em 5% dos valores dos três meses que compõem cada estação, apresentam um nível de humidade inferior variando entre os 50 a 60%.

O próprio padrão de regularidade regista um comportamento bastante estável em todas as estações, variando o coeficiente de variação entre 0,1 e 0,2.

Tabela 15 - Síntese estatística da humidade relativa média, por estações, entre 1970-2005

Humidade Relativa (%) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	80,45	75,59	76,3	80,4
Moda	84,76	80,54	81,3	81,7
Valor Máximo	97,94	95,74	94,0	96,8
Valor Mínimo	43,88	38,20	38,7	46,6
Desvio Padrão	11,75	12,63	11,6	10,8
Coef. Variação	0,15	0,17	0,2	0,1
Percentil 5	57,60	50,66	52,4	58,8
Percentil 10	64,44	57,32	60,3	65,7
Mediana	82,85	78,40	79,2	82,8
Percentil 90	93,09	88,72	87,5	91,9
Percentil 95	95,05	91,30	89,5	93,6
Percentil 99	97,05	94,26	92,4	96,0

No entanto, apesar da homogeneidade do comportamento da Humidade é, de sublinhar as diferentes sensações térmicas que dela podem resultar, enquanto combinadas com diferentes temperaturas. No verão, a combinação de um valor médio de 76,3% pode resultar num desconforto térmico mais acentuado do que noutra estação com valores de humidade ligeiramente superiores. Tal acontece porque o organismo humano produz suor, como um mecanismo de autoregulação, enquanto resultado do aumento da temperatura exterior, mas não consegue que este seja evaporado. GARCIA (1996) afirma que a partir de 60% de humidade, sob situações quentes, a sensação de calor aumenta e, a partir de 80% é notória uma sensação de desconforto acentuado (*fig. 74, tabela 15*).

Velocidade Média Vento

A velocidade média do vento na cidade do Porto regista algumas variações, atendendo à estação do ano. A estação mais quente é aquela cujos valores médios da velocidade do vento são também menores (15,6km/h). Esta questão merece especial destaque, uma vez que as elevadas temperaturas associadas a uma reduzida ventilação aumenta a sensação de desconforto térmico do organismo humano.

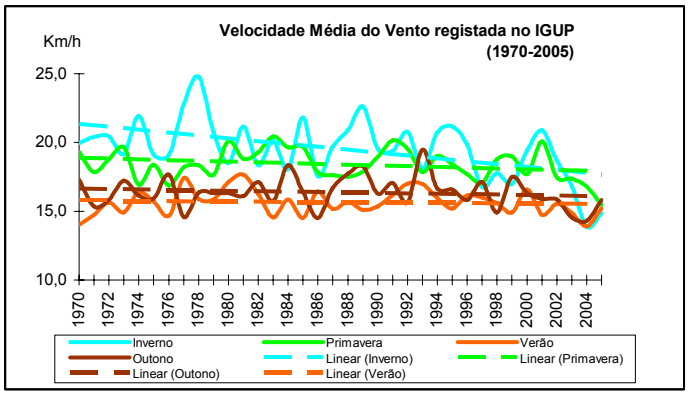


Figura 75 - Comportamento da velocidade média do vento, por estações do ano

A situação inversa também parece verificar-se para o caso do clima portuense, sendo de ressalvar que associado às temperaturas mínimas mais reduzidas que ocorrem no Inverno se encontra o valor médio de velocidade do vento mais significativo, na ordem de 19,6 km/h. Na Primavera e no Outono, a velocidade média do vento varia entre 18,4km/h e 16,4km/h, respectivamente.

Apesar destas ligeiras diferenças no que diz respeito à velocidade média do vento, o comportamento médio observado em todas as estações permite afirmar, segundo a escala de Beaufort[32], que se trata de um vento de nível 3, cujas *"folhas e ramos se encontram em movimento constante, capaz de levantar levemente bandeiras mais leves"*, o designado vento "Flojo" – *ver anexo B.*

Tabela 16 - Síntese estatística da velocidade média do vento, por estações, entre 1970-2005

Velocidade Média do Vento (km/h) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	19,55	18,39	15,6	16,4
Moda	16,84	16,95	13,5	13,5
Valor Máximo	43,54	44,27	31,0	37,3
Valor Mínimo	7,46	8,11	7,9	7,4
Desvio Padrão	7,51	6,25	4,8	6,0
Coef. Variação	0,38	0,34	0,3	0,4
Percentil 5	10,22	10,50	9,7	9,3
Percentil 10	11,59	11,59	10,4	10,3
Mediana	17,89	17,25	14,7	15,1
Percentil 90	29,67	27,01	22,1	24,2
Percentil 95	33,76	30,19	24,9	28,0
Percentil 99	40,17	34,84	29,2	33,6

Apesar do Verão ser a estação do ano reveladora de um valor médio mais reduzido do vento, é na Primavera que ocorrem os valores mínimos no que diz respeito à velocidade do vento (8,1km/h), o que equivale afirmar que a essa velocidade o vento pode classificar-se, segundo a Escala de Beaufort, como um vento de nível 2 (Flojito), cujas caracterísitcas são relatadas como "um vento que se sente no rosto, que permite que as folha sussurem" e pouco mais. É também nesta estação que se constata o valor máximo, aproximadamente de 44km/h que segundo a escala do mesmo autor se situa no nível 6, desigando-se por vento Fresco, cujas consequências são reveladas através de um vento "que se move em ramos grandes e que já faz silbar os hilos telegráficos".

Esta supremacia da estação primaveril, em termos de valores máximos e de valores mínimos, revela, portanto, a maior amplitude anual no que diz respeito ao comportamento do vento.

A velocidade média do vento que mais vezes se repete na Primaveera e no Verão é exactamente a mesma, apresentando ambas as estações uma moda de 13,5 km/h (*fig. 75, tabela 16*).

Velocidade Máxima Vento

O vento mais intenso que se faz sentir nas diferentes estações do ano, o qual nos é permitido compreender através da sua velocidade média máxima é, segundo Beaufort, chamado de "Fresquito". Este vento situa-se entre velocidades compreendidas entre 30,6km/ h e 38,6km/h, provocando tais velocidades situações como *"los arbolitos com folhas começam a cimbrear-se"* e propicia a *"formação de olitas com cresta em charcas"*.

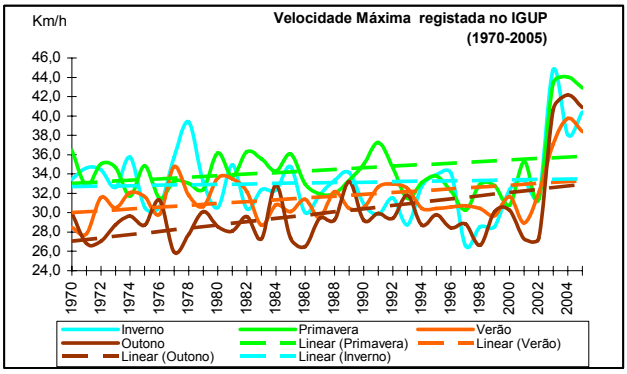


Figura 76 - Comportamento da velocidade máxima do vento, por estações do ano

[32] Autor da escala de vento, em função da velocidade em Km/h e, respectivos, impactes observados

As velocidades máximas ocorrem no Inverno com valores de 69, 5km/h, o mesmo será dizer que quando o vento atinge estas velocidades, a cidade já está perante a influência de um chamado "Vento Duro", que rompe os ramos finos das árvores e torna impossível que as pessoas andem contra si". Na estação mais quente, as velocidades máximas do vento descem a 58,5km/h que à semelhança dos máximos de vento da Primavera (61,3km/h) e de Outono (60,8km/h) localizam-se no nível 7 da classificação de Beaufort, nos chamados "Ventos de Frescachón" que são capazes de mover troncos das árvores grossas e tornam difícil circular contra si (*fig. 76, tabela 17*).

Tabela 17 - Síntese estatística da velocidade máxima do vento, por estações, entre 1970-2005

Velocidade Máxima do Vento (km/h) - 1970-2005				
Variável/ Estação	Inverno	Primavera	Verão	Outono
Média	33,08	34,43	31,7	30,0
Moda	27,22	30,78	25,6	25,5
Valor Máximo	69,50	61,25	58,5	60,8
Valor Mínimo	14,06	16,42	15,3	14,0
Desvio Padrão	11,56	10,48	9,7	9,9
Coef. Variação	0,35	0,30	0,3	0,3
Percentil 5	18,55	20,11	19,2	17,9
Percentil 10	20,58	21,93	20,6	19,4
Mediana	30,53	33,42	30,2	27,7
Percentil 90	48,53	48,76	44,9	43,4
Percentil 95	54,58	53,13	48,7	48,1
Percentil 99	63,29	58,50	54,5	55,9

Apesar desta intensidade, um pouco violenta que os ventos portuenses são capazes de atingir, em cerca de 50% a velocidade máxima destes situa-se entre o nível 4 e 5, em níveis que apesar de por vezes poderem propiciar algumas situações mais desagradáveis não desestimulam a circulação ao ar livre. Ainda assim, é preciso ter presente a combinação da temperatura e do vento que pode ser dado pelo Índice de Hill (confirmar), resultando daí uma variedade de situações de conforto. O que por vezes pode ser tido como um vento desagradável ou intenso, perante uma situação de temperaturas elevadas podem contribuir para retirar o calor junto ao corpo, propiciando a intensificação de uma sensação de frescura.

Rumo Predominante dos Ventos

O rumo predominante dos ventos que caracteriza o clima portuense é, sem dúvida, o vento que sopra de ESE. No Inverno (43,4%) na Primavera (30,7%) e no Outono (43,3) esta é a direcção que mais vez é registada pelo Observatório da Serra do Pilar. Somente no Verão o rumo predominante passa a ser WNW (40,4%), seguido do vento ESE em cerca de 15%.

MONTEIRO (1997, p.203) refere a propósito do tipo de situação sinóptica à superfície verificada aquando do registo de ventos predominantemente ESE, considerado o vento mais importante no Inverno, a presença quer de margens anticiclónicas, quer de centros depressionários estacionários.

Um outro vento que sopra, cerca de 10,3%, que deve ser assinalado pela sua importância, embora um pouco mais reduzida é o de direcção SSW.

Nas estações que em que ocorrem ambos os equinócios, o comportamento do vento é muito semelhante, assumindo-se o rumo ESE como o principal vento, já referido, seguido do vento de WNW, com valores de 17,2% na Primavera e de 10,9% no Outono.

Através da seguinte rosa-dos-ventos é possível observar o rumo predominante por cada mês do ano (*fig. 77*).

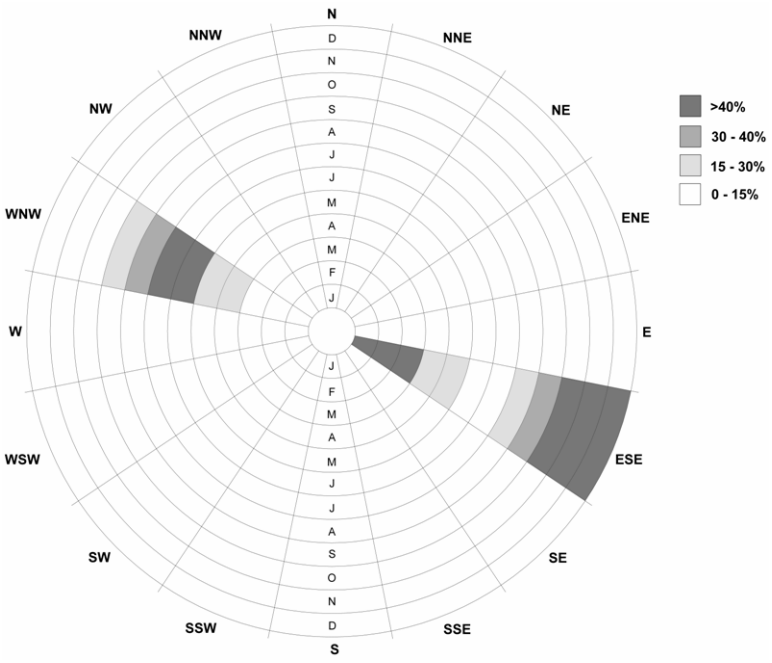


Figura 77 – Rumo predominante em cada mês do ano, registado no IGUP, entre 1900-2005

Todavia, apesar da rosa-dos-ventos anterior permite compreender um pouco melhor a direcção predominante dos ventos, atendendo ao mês considerado, não permite um conhecimento aprofundado da dinâmica do vento. Por exemplo, como pode o clima portuense responder a um planeador da cidade que deseja tomar medidas preventivas contra a acção brusca das rajadas de vento que ocasionalmente a assaltam? Seria a velocidade média do vento suficiente para dar uma resposta adequada?

Acreditamos que outros aspectos deveriam ser tomados em consideração, nomeadamente:
- Quais são os extremos dos valores da velocidade máxima diários?
- Quais são os rumos predominantes destas rajadas?
- É possível distinguir rumos predominantes da velocidade máxima do vento atendendo às estações do ano?

Nesse sentido, o exercício realizado obedeceu inicialmente à determinação do percentil 95 dos valores diários da velocidade máxima do vento para cada estação do ano, seguindo-se a identificação de todos os valores acima desse valor para depois ser, então, possível conhecer o rumo que ocorreu nesses dias. Após o conhecimento desse rumo, o passo seguinte consistiu na contabilização do número de vezes que cada rumo apareceu, como podemos observar na *tabela 18*.

Assim, através desta síntese sobre o rumo predominante da velocidade máxima do vento> P95, relativo ao valor diário, a climatologia já reuniria as condições suficientes para satisfazer o conhecimento de planeadores que necessitam da informação climatológica para poderem agir sobre o território considerando um princípio de prevenção.

Como resposta à primeira questão sobre os extremos dos valores máximos, podemos dizer que 5% dos valores totais da série encontram-se acima dos 56km/h no Inverno, 54km/h na Primavera, 50km/h no Verão e 49Km/h no Outono. Esta sequência, de ordem decrescente, revela à partida algumas diferenças sazonais, ainda que não constituam valores bastante díspares.

Tabela 18 – Rumo predominante da velocidade máxima do vento > P95 (relativo ao valor diário)

Inverno			Primavera			Verão			Outono		
Rumo	V.A.	%	Rumo	V.A.	%	Rumo	V.A.	%	Rumo	V.A.	%
P95	129	100	P95	126	100,0	P95	133	100,0	P95	138	100,0
N	1	0,8	N	1	0,8	N	1	0,8	N	3	2,2
NNE	2	1,6	NNE	1	0,8	NNE	0	0,0	NNE	1	0,7
NE	1	0,8	NE	0	0,0	NE	0	0,0	NE	0	0,0
ENE	7	5,4	ENE	9	7,1	ENE	2	1,5	ENE	8	5,8
E	4	3,1	E	4	3,2	E	4	3,0	E	6	4,3
ESE	3	2,3	ESE	0	0,0	ESE	6	4,5	ESE	6	4,3
SE	3	2,3	SE	2	1,6	SE	2	1,5	SE	4	2,9
SSE	7	5,4	SSE	2	1,6	SSE	0	0,0	SSE	2	1,4
S	15	11,6	S	4	3,2	S	0	0,0	S	17	12,3
SSW	18	14,0	SSW	11	8,7	SSW	8	6,0	SSW	29	21,0
SW	7	5,4	SW	6	4,8	SW	2	1,5	SW	5	3,6
WSW	6	4,7	WSW	1	0,8	WSW	1	0,8	WSW	6	4,3
W	4	3,1	W	0	0,0	W	0	0,0	W	3	2,2
WNW	22	17,1	WNW	26	20,6	WNW	11	8,3	WNW	10	7,2
NW	18	14,0	NW	31	24,6	NW	47	35,3	NW	17	12,3
NNW	11	8,5	NNW	28	22,2	NNW	49	36,8	NNW	21	15,2
P95	56km/h		P95	54km/h		P95	50km/h		P95	49Km/h	

A segunda resposta diz respeito aos rumos predominantes, no Inverno, a estação onde a velocidade máxima do vento atinge os seus máximos anuais, os rumos predominantes, encontrando-se distribuídos de modo mais ou menos semelhante, entre SSW (14%), NW (14%) e S (11,6%). Na Primavera, é notória a predominância das rajadas de NW (24,6%), oscilando entre WNW (20,6%), NNW (22,2%), não se averiguando fortes diferenças entre o que acontece no Verão que revela um peso significativo de NNW (36,8%) e de NW (35,3%). O Outono, por sua vez, parece ser a estação do ano que apresenta uma maior calmaria, revelando uma menor agitação das suas rajadas. Em termos de predomínio dos seus respectivos rumos, aproxima-se da estação que o segue, do Inverno, retomando o peso do vento com a direcção SSW (21%), à qual se segue a direcção NNW (15,2%) e NW (12,3%).

A terceira resposta, sobre as diferenças sazonais encontradas no estudo da velocidade máxima do vento, encontra-se implícita nas respostas já dadas, importando sublinhar somente a ideia que apesar do Inverno ser a estação soberana a este respeito, as restantes não devem ser negligenciadas. Isto porque durante o período que segue o Inverno a frequência de pessoas nos espaços exteriores tende a aumentar. As medidas a serem tomadas no controlo do vento deverão privilegiar pormenores de construção para o Inverno, uma vez que é nos espaços exteriores que as pessoas encontram os melhores abrigos e, favorecer a criação de protecções atendendo aos rumos predominantes que oscilam nas estações mais quentes. Ainda assim, é preciso atender ao facto do comportamento do vento poder assumir diferenças que ultrapassam a simples predominância do rumo do clima Portuense, uma vez que o factor de geometria urbana também assume importância.

Este esforço contínuo e, muitas das vezes descritivo, do comportamento climático registado no IGUP, no presente trabalho possui, sobretudo, a finalidade de permitir a associar o clima que ocorre num determinado momento do ano ao impacte que ele possa ter em termos de território. Por outras palavras, poder-se-à afirmar que o objectivo máximo da realização deste subponto, é o de possibilitar uma correspondência entre o "clima temporal" e "clima espacial", sem nunca esquecer a variedade de escalas, que se tentará realizar nos pontos seguintes.

6.3.1.3 Episódios climáticos extremos: ondas de calor e vagas de frio

A actividade de planeamento urbano para além da necessidade do conhecimento climático cíclico, repetitivo e esperado deve antes de mais prever formas de minimizar os potenciais danos causados por episódios climáticos extremos. Nesse sentido e,

dada a problemática definida no presente trabalho, o presente subponto debruça-se sobre as tendências de episódios climáticos extremos da realidade portuense.

As ondas de calor que assinalam o número de dias em que a temperatura máxima foi superior a 5º C relativamente à média diária de uma série, pelo menos de 30 anos, e é registado durante 6 dias consecutivos, pela sua gravidade, designadamente, em termos de morbilidade e mortalidade deve ser dado a conhecer. Claro que não podemos afirmar que de facto ele existe de modo tão severo como muitas das vezes, a opinião pública e os meios de comunicação social o querem transparecer!

Relembramos antes de mais, que este fenómeno somente é considerado nos meses de Junho, Julho e Agosto, ou seja, nos meses de verão.

Na realidade, em 105 anos de registos de elementos climáticos registados no Observatório Meteorológico da Serra do Pilar, poderemos afirmar que na cidade do Porto só ocorreram 12 ondas de calor, tendo 6 delas ocorrido até à década de 1950 enquanto as restantes se verificaram desde a década de 1960 até à actualidade. Nalguns locais do país, nomeadamente, *"em Bragança e Beja a tendência das ondas de calor é claramente positiva a partir da década de 1970, atingindo nalguns casos da década de 1990 valores superiores a 30 dias/ano"* (MIRANDA & all., 2006, p.58). O caso da cidade do Porto revela ser semelhante à realidade verificada na cidade de Lisboa "onde se observa ainda um fraco crescimento deste índice devido à sua localização litoral" (MIRANDA & all., 2005, p.58) (tabela 19).

Tabela 19 – Total de ondas de calor registadas no IGUP entre 1900-2005

Ondas de Calor registadas no IGUP no período entre 1900-2005												
Anos	1925	1926	1930	1936	1940	1949	1960	1961	1966	1972	1981	1995
Nº ocorrências	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Contudo, sem querer cair em alarmismos precipitados e sem fundamento, a verdade é que apesar do comportamento das ondas de calor revelar alguma regularidade, existem pequenos indícios a que não devemos ficar indiferentes quando estudamos o clima portuense. Pequenos indícios que podem ser, por exemplo, o somatório de dias consecutivos, nomeadamente de 4 e/ ou 5 dias, com temperaturas superiores em 5º C, relativamente à média do valor diário registado, como poderemos observar na tabela 20:

Tabela 20 – Total de episódios extremos (calor) registados no IGUP entre 1900-2005

4 e/ ou 5 dias consecutivos c/ temp. > 5º C em relação à temp. média máxima diária										
Décadas	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Nº ocorrências	0	6	3	5	2	6	5	3	6	3

Até ao ano de 1950, o número de ocorrências em que a temperatura máxima foi superior à média máxima diária durante 4 ou 5 dias consecutivos totalizou 16, enquanto, aquelas que se verificaram desde a segunda metade do século até à actualidade contabilizam já 23 vezes.

E, se este facto só por si não conseguir assumir poder argumentativo capaz de nos levar a tomar consciência da necessidade da aplicação de um princípio de precaução nas políticas de planeamento urbano perante o comportamento climático da cidade do Porto, então, poderemos reforçar a importância de outros sinais. Nesse sentido merece destaque, já anteriormente referidos, o aumento do nº dias de noites tropicais, desde o início do século XX até à actualidade, assim como o acréscimo do nº anual de noites de verão, ou seja, dias com temperatura máxima superior ou igual a 25º C e a 35º C.

Em situação extrema às ondas de calor será interessante conhecer, o comportamento dos valores mínimos de temperatura durante 6 dias consecutivos com uma temperatura inferior a 5º C em relação à média, as vagas de frio.

O frio extremo na cidade do Porto não se faz sentir de modo bastante agudo, se repararmos que ao longo de 25 anos, a média do valor mínimo registado no Inverno foi de -0,9 º C. Na realidade, uma análise mais profunda ao clima da cidade permite verificar a existência de um total de 18 vagas de frio, um valor ligeiramente superior ao das ondas de calor (12). Contudo, o que facilmente é perceptível através da *tabela 21*, é que os 6 dias consecutivos de temperatura mínima inferior a 5º C relativamente à média diária secular aconteceram, sobretudo, até à década de 50 (inclusivé), sendo contabilizado durante esse período um total de 14 vagas, em oposição, a um valor insignificante ao que se verificaria após a 2ª metade do século XX (apenas 4). É também de destacar, o facto de nas últimas duas décadas não se ter registado qualquer vaga de frio.

Tabela 21 - Total de Vagas de frio registadas no IGUP entre 1900-2005

Vagas de Frio registadas no IGUP no período entre 1900-2005																
Décadas	1926	1928	1933	1934	1935	1938	1941	1944	1946	1954	1956	1957	1967	1973	1980	1983
Nº ocorrências	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1

À semelhança do exercício realizado para a temperatura máxima, realizou-se o esforço de contabilizar episódios de 4 e/ ou 5 dias consecutivos com temperatura inferior a 5º C em relação à média da mínima diária, sendo possível observar que desde o início do século XX até à década de 1950 (inclusivé) registaram-se 16 vezes esta situação, enquanto desde a década de 1960 até à actualidade tais episódios ocorreram menos três vezes (tabela 22).

Tabela 22 - Total de episódios extremos (frio) registados no IGUP entre 1900-2005

4 e/ ou 5 dias consecutivos c/ temp. < 5º C em relação à temp. média mínima diária										
Décadas	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Nº ocorrências	2	1	10	1	2	1	2	5	3	0

Da diferença entre o valor médio considerado entre 1970 e 2005 da temperatura máxima e mínima é ainda possível deduzir um valor médio de amplitude térmica que neste caso é semelhante para todas as excepções (9º C), à excepção do Inverno que somente soma uma diferença média de 8º C.

Após este breve esforço de compreensão da tendência climática secular, valerá a pena sublinhar a ideia que se no passado a principal necessidade bioclimática sentida pelos portuenses terá sido a de calor, em consequência do número de vagas de frio ocorridas terem sido superiores às ondas de calor é, possível que no futuro, tal situação se possa inverter. Os diversos indícios apresentados, nomeadamente, a tendência de crescimento da temperatura máxima secular, o aumento do nº dias de noites tropicais, o acréscimo do nº anual de noites de verão, a subida do número de dias com temperaturas consecutivas superiores a 5º C em relação à média, o acréscimo do número anual de dias muito quentes, em oposição ao decréscimo do nº de dias com geada, da subida generalizada da temperatura mínima média poderão sugerir uma redução do frio extremo, bem como uma necessidade bioclimática de arrefecimento provocada por um pequeno aquecimento climático. Todavia, o conhecimento bioclimático exige a aplicação de outras técnicas que serão utilizadas no ponto seguinte.

6.3.2 Caracterização bioclimática da cidade do Porto

O segundo sub-ponto abordado na proposta metodológica de análise bioclimática aplicada, neste momento, à cidade do Porto apresenta algumas técnicas possíveis de avaliação bioclimática, enunciadas durante a apresentação do corpo teórico, reveladoras dos níveis de conforto térmico registados num determinado contexto espacial. Desde logo a diversidade de índices

bioclimáticos com múltiplas aplicações, bem como de diagramas bioclimáticos exige uma opção que melhor se adapte aos objectivos definidos. Importa, por isso, apresentar os dois objectivos subjacentes deste ponto no âmbito deste trabalho que passam pela tentativa de conhecer o intervalo térmico capaz de propiciar conforto térmico aos residentes de um determinado clima e, de apresentar estratégias específicas que deverão ser aplicadas aos abrigos dessa população.

No presente trabalho a escolha das técnicas recai pela integração do diagrama de *Givoni, Watson & Labs, Szokolay* e *Mahoney*. À excepção deste último autor, todas as técnicas de avaliação bioclimática possuem como suporte um diagrama bioclimático que pela facilidade de leitura e de interpretação das necessidades bioclimáticas e, respectivo, intervalo de conforto consideramos preferenciais em relação à integração dos índices bioclimáticos.

Um segundo aspecto, que não deve ser negligenciado, prende-se com o facto de a maioria dos índices restringirem a sua análise a um determinado contexto temporal, não sendo especialmente indicados para avaliarem uma realidade média mensal verificada durante um período de 30 anos.

Além disso, um terceiro motivo pode ser enumerado, os índices bioclimáticos preteridos não apresentam orientações específicas e direccionadas ao tipo de arquitectura de um local (no caso das técnicas escolhidas, somente o diagrama de Carrier não permite a concretização desta mais valia). Outras razões podem ser referenciadas, nomeadamente, a aplicabilidade específica de cada índice, uma vez que alguns são mais vantajosos para a realização de alertas de saúde pública (ex.: NITE ou Heat Stress Index) ou para comparar as sensações térmicas resultantes de diferentes contextos climatológicos (PET).

Por último, alguns destes índices (p.ex. Índice de Fanger) incorporam modelos um pouco complexos de trocas de calor entre o organismo e o ambiente exterior num determinado momento, obedecendo ao conhecimento de diferentes parâmetros para além dos ambientais. E esta será a grande questão, os índices bioclimáticos apresentados já somente necessitam da incorporação das variáveis ambientais, dispensando as variáveis individuais, fisiológicas e subjectivas tidas como fundamentais para uma avaliação precisa do conforto térmico. Isto porque cada autor terá realizado um esforço de compreensão das restantes variáveis.

Ainda assim, acreditamos que para que um intervalo de conforto térmico seja verdadeiramente preciso atendendo à realidade portuguesa e, mais especificamente, portuense será necessário que futuros trabalhos de investigação avaliem níveis de conforto térmico através, por exemplo, da aplicação da equação de Fanger no interior de habitações, à semelhança do que tem vindo a acontecer noutros países. Somente quando tal for possível poderemos ter a certeza de qual dos índices, seguidamente apresentados, constituirá a opção mais adequada ou se ainda será necessário eventuais reajustes.

O estudo bioclimático da cidade do Porto exigiu, o conhecimento de alguns elementos climáticos tais como: temperatura máxima (ºC), temperatura mínima (ºC), temperatura média (ºC), humidade relativa (%) e pressão atmosférica (HPa), para um período mínimo de 30 anos, os mesmos anos utilizados nas normais climatológicas. Contudo, dada a desactualização das últimas normais climatológicas em vigor, a opção passou pelo uso da informação compreendida entre 1975-2005, com base nos registos do Observatório Meteorológico da Serra do Pilar.

6.3.2.1 Método de Givoni

A carta bioclimática de Givoni tem como base uma carta psicométrica e a definição de vários níveis de conforto atendendo a vários estudos de conforto térmico realizados nos EUA, na Europa e em Israel que consideraram a temperatura interna esperada para o interior, sem recurso a estratégias térmicas artificiais. Esta carta, elaborada em 1969, resulta da tentativa de corrigir um gráfico bioclimático elaborado por OLGYAY, que se restringia a apresentar dois eixos, apresentando no eixo vertical as temperaturas secas e no eixo horizontal a humidade relativa. A carta bioclimática de Givoni é traçada tendo como base uma carta psicométrica convencional. A Zona de Conforto definida no seu gráfico baseou-se num índice de conforto térmico biofísico, concebido por ele próprio, sendo desigando de ITS (Index of Thermal Stress), segundo LAMBERTS & all. (1994). Segundo GIVONI *cit in* BARBOSA (1997, p.36), *"a variação de temperaturas para as condições aceitáveis de pessoas que habitam países desenvolvidos é 18º C a 25º C no Inverno e de 20º C a 27º C no Verão, sendo o limite máximo de temperaturas aplicável em níveis baixos de humidade, abaixo de um conteúdo de vapor de 10g/kg"*. Nesta carta o clima local é representado mensalmente, por dois pontos cujas coordenadas são as médias mensais dos valores extremos de temperatura e humidade. Tal informação foi adicionada no programa *Bio Analysis*, desenvolvido pelo LabEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil) com o objectivo de se proceder, então, à definição da Zona de Conforto Térmico definida por GIVONI.

A análise bioclimática realizada para a cidade do Porto permite observar as seguintes necessidades, por meses do ano (tabela 23):

Tabela 23 – Necessidades bioclimáticas da cidade do Porto (%), segundo GIVONI

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Janeiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,5	67,5
Fevereiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,2	55,8
Março	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,3	35,4	34,4
Abril	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,9	39,5	26,6
Maio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	61,8	0,0
Junho	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	0,0	0,0
Julho	44,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,6	0,0	0,0
Agosto	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0
Setembro	40,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,7	0,0	0,0
Outrubro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	33,3	0,0
Novembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3	43,4	31,3
Dezembro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,7	49,3
Total	*15,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*0,0*	*36,9*	*27,2*	*20,9*

Legenda:
1- Zona de Conforto
2 - Ventilação
3- Arrefecimento Evaporativo
4 - Inércia Térmica para Arrefecimento
5 - Arrefecimento Artificial
6 - Humidificação
7 - Inércia Térmica e Aquecimento Solar
8 - Aquecimento Solar Passivo
9 - Aquecimento Artificial

Atendendo às principais necessidades bioclimáticas podem recomendar-se algumas estratégias gerais para cada zona térmica do gráfico de Givoni. Apesar do tipo de zonas percebidas, no caso da cidade do Porto, serem restritas optou-se a apresentação da generalização de estratégias para um melhor aprofundamento do gráfico bioclimático.

i) Uma distribuição relativamente equitativa de quatro zonas bioclimáticas: *Zona de Conforto* (15%), *Zona de Inércia Térmica e Aquecimento Solar* (36,9%), *Zona de Aquecimento Solar Passivo* (27,2%) e *Zona de Aquecimento Artificial* (20,9%).
Ii) Os meses de Janeiro, Fevereiro e Dezembro situam-se nas faixas bioclimáticas que requerem significativas necessidades de aquecimento, nomeadamente, a Zona de Aquecimento Artificial (9), iguais ou superiores a 50%. Estes meses apresentam ainda necessidades de aquecimento que exigem estratégias de um investimento solar passivo (8).

iii) Os meses de Março, Abril e Novembro com valores situados em zonas que ainda requerem o aquecimento através de meios mecânicos, revelam também valores compreendidos na Zona de Aquecimento Solar Passivo (8) e na Zona de Inércia Térmica e Aquecimento Solar (7), o que significa que quando os seus valores se registam neste intervalo, as suas necessidades de aquecimento podem passar a ser resolvidas através do recurso a técnicas que permitem beneficiar de uma elevada massa térmica associadas às formas de rentabilização da energia solar incidente.

iv) O meses de Maio e de Outubro dispensam completamente a utilização de aquecimento artificial, variando a atenuação às sensações de frio entre estratégias de Aquecimento Solar Passivo (8) e de Elevada Massa Térmica (7).

v) O intervalo de tempo que é inaugurado em Junho e finalizado em Setembro é tido como aquele cujas necessidades máximas de aquecimento passam somente pela inércia térmica e aquecimento solar. É de destacar este período como aquele onde se registam todos os valores compreendidos na Zona de Conforto Térmico (1), à excepção dos valores de Outubro. O mês considerado mais confortável na cidade do Porto é o de Agosto, com valores máximos de 50% localizados na faixa térmica de conforto definida por Givoni. Importa acrescentar, a este propósito que este autor, para os países desenvolvidos define uma temperatura mínima de 20º C e uma temperatura máxima de 27º C enquanto extremos limite da zona de conforto.

O seguinte gráfico (fig. 78), proposto pelo autor permite a rentabilização do projecto arquitectónico e, do respectivo contexto microclimático, através da possibilidade de melhoria das condições de conforto térmico e da redução do consumo de energia.

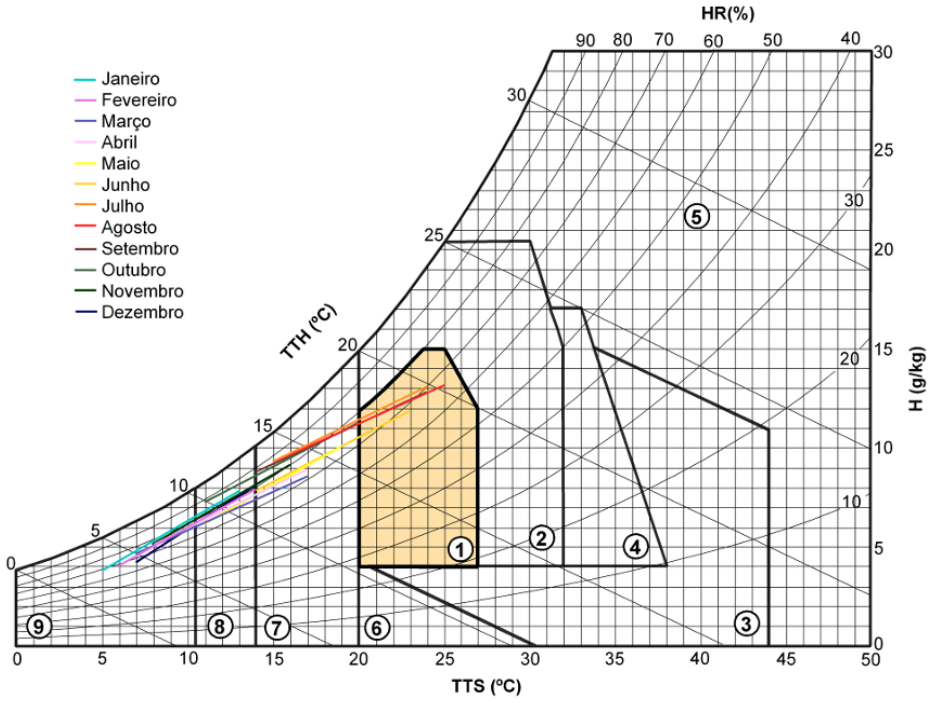


Figura 78 - Necessidades Bioclimáticas da Cidade do Porto, segundo GIVONI

GIVONI

■ Zona de Aquecimento Artificial - i) Recurso a sistemas de aquecimento; ii) Utilização de isolamentos nas paredes e nas coberturas.

■ Zona de Aquecimento Solar Passivo - i) Orientação do edifício exposto ao sol através de superfícies envidraçadas; Ii) Aberturas reduzidas nas orientações de < recepção da radiação solar incidente;iii) Consideração de usos de cor da fachada e dos telhados dos edifícios que permitam maximizar ganhos de calor.

■ Zona de Inércia Térmica e Aquecimento solar - i) Uso de elementos de construção de elevada massa térmica;ii) Aplicação de formas de aquecimento passivo; iii) Consideração de isolamento térmico na construção.

6.3.2.2 Método de Watson & Labs

Segundo a utilização do gráfico bioclimático elaborado por WATSON & LABS, aplicado ao clima da cidade do Porto é possível identificar uma necessidade bioclimática predominante, a de aquecimento total, revelada pela localização das linhas de registos nos polígonos de 1 a 5, na sua maioria (*fig. 79*).

Tabela 24 – Necessidades bioclimáticas da cidade do Porto (%), segundo Watson & Labs

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Janeiro	25,0	37,3	37,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fevereiro	13,8	37,3	37,5	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Março	0,0	30,9	28,9	23,3	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abril	0,0	22,0	33,4	26,1	18,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maio	0,0	0,0	25,3	28,3	46,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Junho	0,0	0,0	0,0	14,7	53,1	0,0	32,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Julho	0,0	0,0	0,0	3,7	53,2	0,0	43,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agosto	0,0	0,0	0,0	3,2	47,6	0,0	46,8	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembro	0,0	0,0	0,0	13,3	48,1	0,0	38,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outrubro	0,0	0,0	22,6	25,7	51,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Novembro	0,0	25,2	37,2	29,6	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	0,0	43,0	43,3	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	*3,0*	*15,5*	*21,2*	*16,0*	*29,7*	0,0	*14,3*	0,0	0,0	0,0	*0,2*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Legenda:

Necessidades bioclimáticas	**Estratégias de controlo bioclimáticas**
1 - Necessidades de Aquecimento	1 -Restrição da Condução, da Infiltração e Promoção de Ganhos Solares
2 - Necessidades de Aquecimento	2 -Restrição da Condução, da Infiltração e Promoção de Ganhos Solares
3 - Necessidades de Aquecimento	3 -Restrição da Condução, da Infiltração e Promoção de Ganhos Solares
4 - Necessidades de Aquecimento	4 -Restrição da Condução, da Infiltração e Promoção de Ganhos Solares
5 - Necessidades de Aquecimento	5 -Restrição da Condução, da Infiltração e Promoção de Ganhos Solares
6 - Necessidade de Humidificação	6 - Redução de Ganhos Solares
7 - Zona de Conforto Térmico	7 - Redução de Ganhos Solares
8 - Necessidade de Desumidificação	8 - Redução de Ganhos Solares
9 - Necessidade de Arrefecimento Total e de Desumificação	9 - Redução de Ganhos Solares, Restrição da Condução e Promoção da Ventilação
10 - Necessidade de Arrefecimento Total	10 Redução de Ganhos Solares, Restrição da Condução, Promoção da Ventilação, Promoção do Arrefecimento por Radiação
11 - Necessidades de Arrefecimento Total	11 - Redução de Ganhos Solares, Redução da Condução, Promoção da Ventilação e Promoção do Arrefeciemento por Evaporação e Radiação
12 - Necessidade de Arrefecimento Total	12 - Redução de Ganhos Solares e Promoção de Arrefecimento por Radiação
13 - Necessidade de Arrefecimento Total	13 - Redução de Ganhos Solares e Promoção de Arrefecimento por Evaporação e por Radiação
14 - Necessidade de Arrefecimento Total e de Humidificação	14 - Redução de Ganhos Solares e Promoção de Arrefecimento por Evaporação
15 - Necessidade de Arrefecimento Total e de Desumidificação	15 - Redução de Ganhos Solares, Restrição da Condução e Arrefecimento Mecânico e Desumidificação
16 - Necessidade de Arrefecimento Total e de Desumidificação	16 - Redução de Ganhos Solares, Restrição da Condução e da Infiltração e Arrefecimento Mecânico e Desumificação
17 - Necessidade de Arrefecimento Total	17 - Redução de Ganhos Solares, Redução da Condução e da Infiltração, Arrefecimento Mecânico

Perante tal desconforto térmico, os autores recomendam estratégias de amenização das necessidades bioclimáticas de aquecimento, soluções que passem por um investimento na *restrição da condução* e da *infiltração*, assim como na *promoção dos ganhos solares (tabela 24)*.

Somente nos meses de Junho (32,3%), Julho (43,1%) e Agosto (46,8%) e Setembro (38,6%) são detectados níveis de conforto representados no polígono definido como zona de conforto (7), ainda assim é necessário um especial cuidado na *redução de ganhos solares*.

O mês de Agosto apresenta 2,4% de necessidade de arrefecimento total, sendo algumas estratégias de controlo bioclimáticas, referidas pelos autores, nomeadamente, de *redução de ganhos solares e de condução*, bem como de *promoção da ventilação e de arrefecimento por evaporação e radiação*.

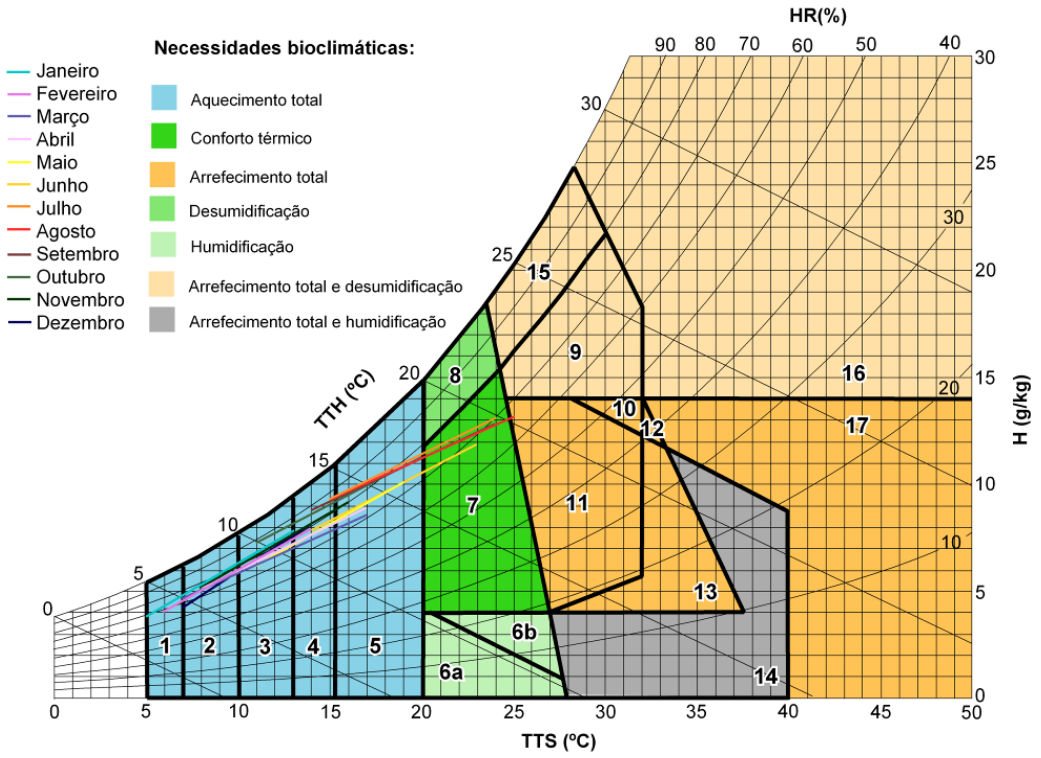


Figura 79 - Necessidades Bioclimáticas da Cidade do Porto, segundo Watson & Labs

WATSON & LABS
■ Zona de aquecimento total - exige estratégias de redução de condução, de infiltração e promoção de ganhos solares. ■ Zona de Conforto Térmico - não são elaboradas medidas especiais para esta zona.

6.3.2.3 Método de Szokolay

A aplicação do método de Szokolay à cidade do Porto, devido à inexistência de registos de radiação solar para a cidade do Porto, de entre as 6 estratégias elaboradas pelo autor, não pode ser completado na íntegra. Assim, não foi possível a definição do polígono correspondente à estratégia de aquecimento solar passivo, definido na carta psicométrica.

Tabela 25 – Necessidades bioclimáticas da cidade do Porto (%), segundo Szokolay

	1	2	3	4	5	6	7
Janeiro	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fevereiro	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Março	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Abril	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maio	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Junho	65,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0
Julho	51,0	30,0	0,0	30,0	0,0	30,0	19,0
Agosto	47,0	31,0	0,0	31,0	0,0	31,0	22,0
Setembro	57,0	21,0	0,0	21,0	0,0	21,0	22,0
Outrubro	96,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Novembro	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dezembro	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Legenda:

1- Aquecimento Solar Passivo (*)

2- Efeito de Massa

3- Efeito de Massa com Ventilação Nocturna

4- Efeito do Movimento do Ar

5- Arrefecimento Evaporativo Indirecto

6- Arrefecimento Evaporativo Directo

7- Zona de Conforto

Nota: Os valores identificados nas estratégias nº 2, 4 e 6 são cumulativos, o que significa que os valores climáticos coincidem com as 3 estratégias simultaneamente.

Todavia, uma vez que se sabe que este polígono se encontra localizado à esquerda da Zona de Conforto é provável que uma parte significativa de valores aí situados remetam para necessidade de aquecimento solar *(estratégia nº 1, tabela 25).*

Apesar das condicionantes apresentadas na aplicação deste método à cidade do Porto, parece provável ainda que não haja certezas, que a necessidade bioclimática dominante seja caracterizada por *necessidades de aquecimento solar*, isto porque o *período entre Novembro e Maio* apresenta 100% do total dos seus valores situados à esquerda da zona de conforto.

O período que *inicia e Junho e termina em Outubro* apresenta necessidades bioclimáticas de arrefecimento que podem ser resolvidas através de estratégias como o *efeito de massa* correctamente aplicado ao projecto de edificação, como também de *arrefecimento de evaporação indirecta*.

Uma leitura à tabela síntese das necessidades bioclimáticas da cidade do Porto, segundo Szokolay, permitiu detectar ainda que o mês mais confortável do ponto de vista térmico é o mês de *Junho* em que 35 % dos dias encontram-se localizados na *zona de conforto*, seguido dos meses de *Agosto* e *Setembro* cujos valores alcançam os 22% de dias confortáveis e, de *Julho* que apresenta 19% de dias confortáveis – *ver tabela nº 22*.

O mês de *Junho* é, portanto, caracterizado por 35% dos seus dias como confortáveis, enquanto 65% dos dias implicará necessidades de aquecimento solar, enquanto no mês de *Julho* esta necessidade é menor, representada e 51% dos seus dias, apresentando os restantes dias (30%) necessidades de arrefecimento que segundo o autor poderão ser resolvidas através do efeito de massa, do efeito de movimento do ar e de arrefecimento por evaporação indirecta. Todavia, quando os dados climáticos atingem zonas simultâneas, como é o caso, Szokolay não quantifica uma prioridade na escolha de determinada estratégia.

Agosto e Setembro, segundo a aplicação deste método, são semelhantes do ponto de vista térmico, nomeadamente, na quantificação do total de dias em que se encontram localizados na zona de conforto (22%). As diferenças entre estes meses residem no menor nº de dias, localizados à esquerda da zona de conforto, provavelmente de necessidade de aquecimento solar (47%) do mês de Agosto em relação ao mês de Setembro (57%). As necessidades de arrefecimento reconhecidas pela sua localização nas zonas de inércia térmica, efeito do movimento do ar e arrefecimento por evaporação são comuns a estes meses, ainda que sejam percebidas ligeiras diferenças nos seus valores, de 31% e 21% para o mês de Agosto e Setembro, respectivamente.

No que concerne às restantes estratégias definidas pelo autor, que visem o arrefecimento, nomeadamente, efeito de massa com ventilação nocturna e arrefecimento evaporativo directo não são aconselhadas para a cidade do Porto, com base nos valores climáticos médios, entre 1975-2005.

Uma particularidade inerente a este método resulta do facto da definição das zonas de conforto térmico e, respectivas estratégias de controlo dependerem dos valores climáticos de cada clima, sendo, por isso, necessário o cálculo de alguns índices.

SZOKOLAY
■ Zona de aquecimento solar passivo - relação adequada entre massa térmica e aberturas; ■ Efeito de massa - constitui uma estratégia que aconselha um investimento da edificação ao nível de inérica térmica e de capacidade de isolamento; ■ Efeito de movimento do ar - esta estratégia deve partir do conhecimento do tipo de vestuário, durante o verão, especialmente do mês mais quente, e da actividade metabólica dos indivíduos que vão habitar o edifício, de modo que o projectista defina medidas que fomentem o movimento do ar segundo a definição desses parâmetros; ■ Arrefecimento evaporativo indirecto - esta estratégia abdica da adição de vapor de água numa massa de ar mas defende o contacto c/ massas de ar previamente arrefecidas por evaporação directa.

A definição da zona de conforto térmico apresentada a seguir, é válida para pessoas com actividade sedentárias e cujas roupas que usam são leves. Todavia, o método de Szokolay é flexível ao ponto de permitir que a zona de conforto térmico seja determinada de acordo com a actividade metabólica. Veja-se a representação de Tn (temperatura neutra utilizada atendendo a uma actividade leve) ou Tn=-4,5 (temperatura neutra usada atendendo a uma actividade média, do ponto de vista metabólico) – *ver fig. nº 80.* A este propósito é, curioso observar que se considerássemos a definição da zona de conforto com Tn=- 4,5 a percentagem de dias anuais do ponto de vista térmico seria superior à verificada utilizando Tn. A vantagem resultante da inclusão da actividade metabólica neste tipo de diagramas reside na possibilidade dos edifícios serem pensados dependentemente da funcionalidade que lhe será destinada (*fig. 80*).

Definição da zona de conforto térmico

i) Determinar a temperatura média anual (Tma)que no caso da cidade do Porto é igual a 16º C;
Ii)Definir a temperatura de neutralidade (Tn), podendo ser expressa da seguinte forma:
Tn= 17,6 + 0,31 * Tm;
iii) Desenhar a Tn na carta psicométrica, sobre a curva de 50% de humidade relativa;
iv) Calcular os limtes inferior (Tn-2) e superior (Tn + 2) na curva de 50% de humidade relativa;
v) Calcular, a partir dos limites definidos na etapa anterior, a inclinação das linhas da variação da temperatura, através da seguinte expressão: 0,025 * (TTS - 14), para casa g/kg;
vi) Marcar os limtes de humidade absoluta, sendo o superior a 12g/kg e o inferior a 4g/kg.

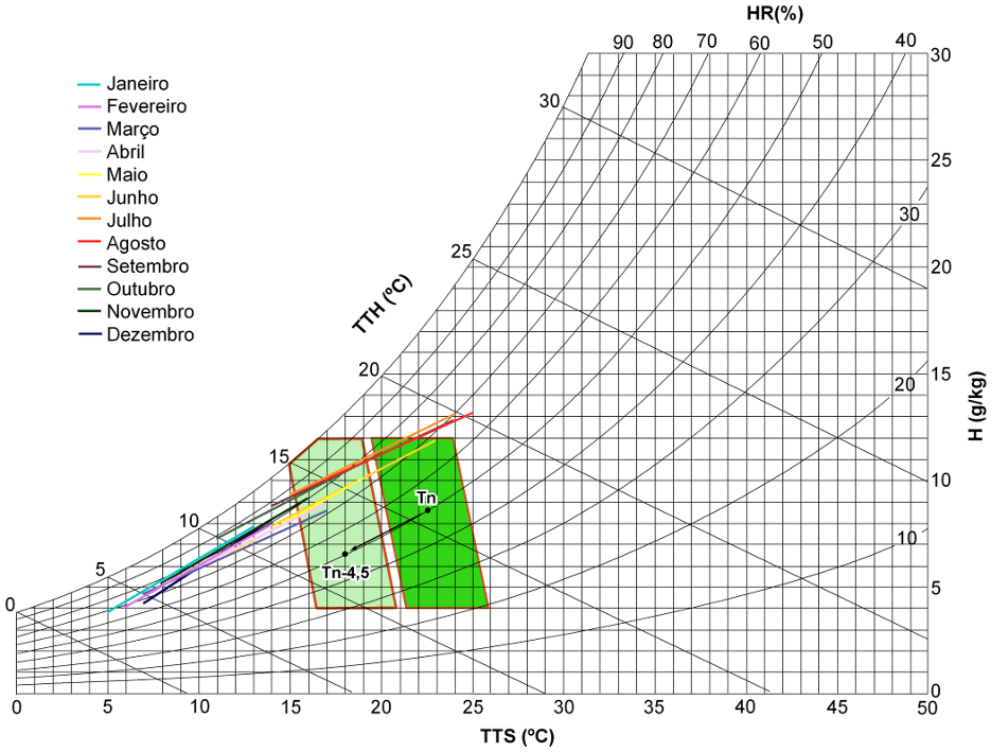


Figura 80 – Zona de Conforto térmico (Tn) da Cidade do Porto, segundo Szokolay

A estratégia *de aquecimento solar passiva* proposta por Szokolay é determinada em função da irradiação média diária, uma vez que o autor defende que uma diversidade dos seus valores pode resultar em distintas estratégias de controlo.

Definição da zona de aquecimento solar passivo

To=Tn - 0,0036 * Dv onde Dv= irradiação média diária

O cálculo do *efeito de massa* foi obtido através da amplitude média do mês mais quente, à qual foi adicionada a metade desse valor no limite superior da zona de conforto a um nível de 12g/kg de humidade absoluta. Para o caso da cidade do Porto, o mês considerado mais quente foi o de Agosto. Apesar das temperaturas médias, entre 1975-2005, revelarem valores semelhantes às registadas no mês de Julho, apresentam valores de temperaturas máximas médias mais elevadas. A amplitude média do mês de Agosto resultou em 15º C. Esta zona foi definida por três pontos principais – *ver fig. nº 81.*

Definição da zona de efeito de massa

i) ponto 5 - 12g/kg de humidade absoluta, com TTS de T5= T2 + 0,5 (15);
ii) ponto 6 - 4g/kg de humidade absoluta, com TTS de T6=T5 + 0,2 (T5-14);
iii) ponto 7 - 14g/kg de humidade absoluta, com TTS de T7=T5 - 0,05(T5-14), prolongando até se encntrar a curva da H.R. correspondente ao ponto1.

A estratégia de *efeito de massa com ventilação nocturna* resulta da necessidade de se reduzir a temperatura interna do edifício à temperatura mínima externa nocturna, através de uma dissipação de calor armazenada na estrutura das paredes. Deste modo, Szokolay para a definição desta zona aplica uma metodologia idêntica para a definição da estratégia anterior mas multiplica a amplitude térmica por 0,8, cujo valor corresponde à amplitude médica adicionada na temperatura do limite superior (*fig. 81)*.

Definição da zona de efeito de massa com ventilação nocturna

i) ponto 5a - 12g/kg de humidade absoluta, com TTS de T5a= T2 + 0,8 (15);
ii) ponto 6a- 4g/kg de humidade absoluta, com TTS de T6a=T5a + 0,2 (T5a-14);
iii) ponto 7a - 14g/kg de humidade absoluta, com TTS de T7a=T5a - 0,05(T5a-14).

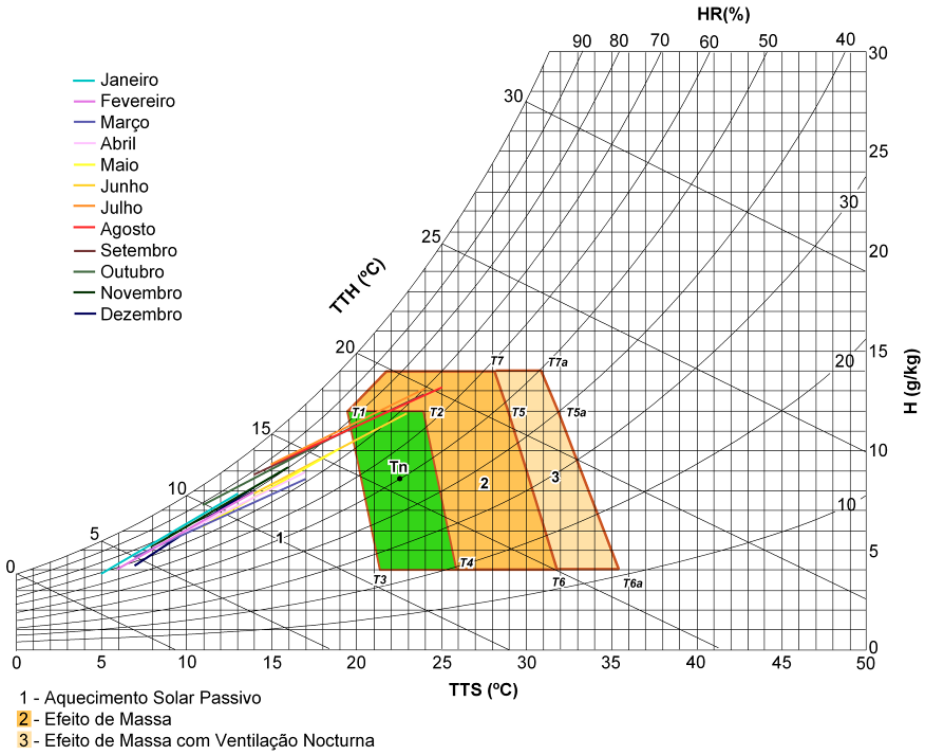


Figura 81 – Estratégias bioclimáticas de *Efeito de Massa (incluindo ventilação nocturna),* segundo Szokolay, para a cidade do Porto

O *efeito do movimento do ar (fig. 82)* uma vez que não depende somente das condições climáticas de um local, implica o conhecimento de variáveis como o nível de actividade do indivíduo, bem como o vestuário que ele utiliza. Partindo-se do pressuposto que as pessoas exercem uma actividade considerada do ponto de vista metabólico média, vestem roupas leves, o efeito fisiológico do arrefecimento pode ser concebido através da prossecução de algumas etapas:

i) Cálculo de depressão de temperatura (dT), o que implica conhecer-se a velocidade média do vento no mês mais quente;

ii)Posteriormente, os valores de dT são adicionados ao limite superior de conforto, no caso do ponto2, formando os pontos 8 e 8a.

iii) Os pontos 9 e 9a são determinados na linha de 4g/kg através de 2 equações *(fig. 82)*

iv) O ponto 10 é definido no limite de humidade mais elevado, localizando a mesma TTS do ponto1, sobre a curva de 90% de humidade absoluta. As linhas que partem de 8 e 8a são traçadas com a mesma inclinação definida pela TEP (temperatura efectiva padrão) até se encontrar a curva de 90% de humidade relativa.

Definição da zona de efeito do movimento do ar

i) dt = 6*v-v^2, onde v= velocidade do m/s;
Para a cidade do Porto a velocidade média do vento no mês mais quente é de 15km/h, o equivalente a 4,1m/s. Assim, o cálculo passa a ser expresso: dT= 6*4,1-$(4,1)^2$.
ii)Os pontos 9 e 9a são determinados na linha de 4g/kg através das seguintes equações:
ponto 9=T8 + 0,1(T8-14) e o ponto T9a = T8a + 0,1 (T8a-14)
iii) TEP = 0,025(T8-14)

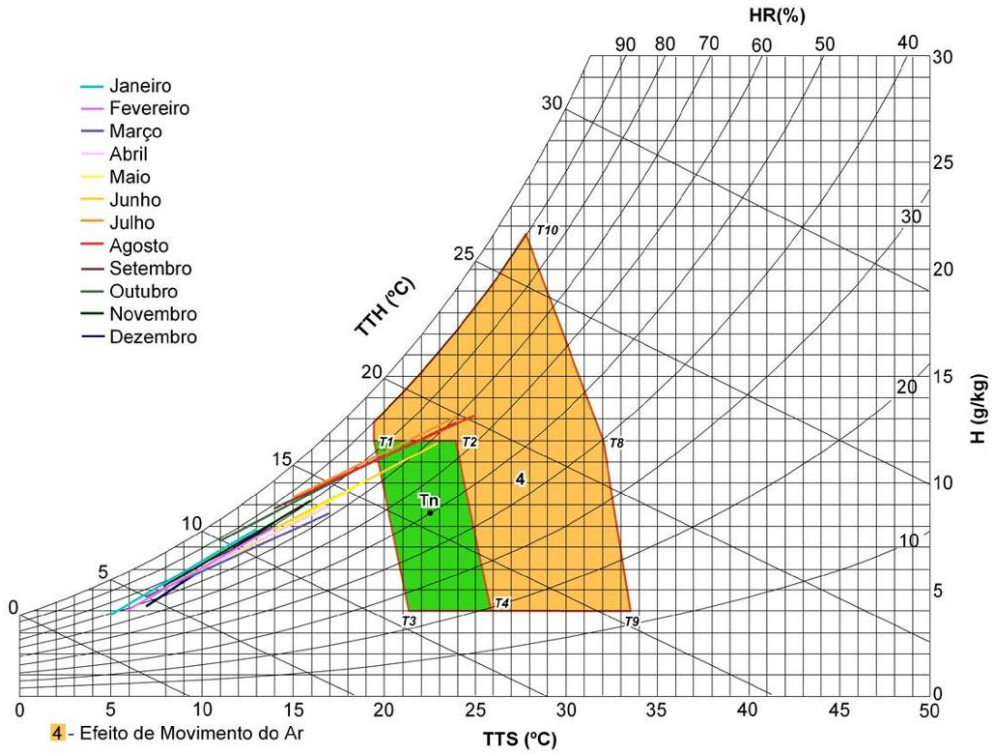


Figura 82 - Estratégias bioclimáticas de *Efeito de Movimento do Ar,* segundo Szokolay, para a cidade do Porto

A definição do *arrefecimento evaporativo directo* constitui uma estratégia de arrefecimento, uma vez que a evaporação ao absorver calor da atmosfera contribui para a redução da TTS (temperatura do termómetro seco) *(fig. 83).*

Definição da zona de efeito de arrefecimento evaporativo directo

i) Os limites desta zona resultam da definição de linhas paralelas às linhas da TTS, constituindo estas tangentes aos pontos 2 e 3 da zona de conforto.
ii) O limite superior da TTS é definido sobre 12 k acima da Tn segundo a equção do ponto 11, cujo ponto deve ser elaborado ao nível de 0g/kg, sendo:
T11= Tn + 12

Por sua vez, a *estratégia de arrefecimento evaporativo indirecto* não pressupõe que uma massa de ar arrefeça através da adição de vapor de água em virtude de uma evaporação directa. Isto porque reconhece-se que uma massa de ar arrefecida através de um método de arrefecimento de evaporação directa em contacto com uma corrente de ar mais quente proporciona-lhe um arrefecimento progressivo – *ver fig. nº83.*

Definição da zona de efeito de arrefecimento evaporativo indirecto

i) O ponto 12 cujo nível de humidade= o g/kg, pode ser apresentado através da seguinte expressão:
T12= n + 15;
ii) O limite superior de humidade absoluta é de 14 g/kg, sem ultrapassar a curva de humidade relativa correspondente ao ponto1.

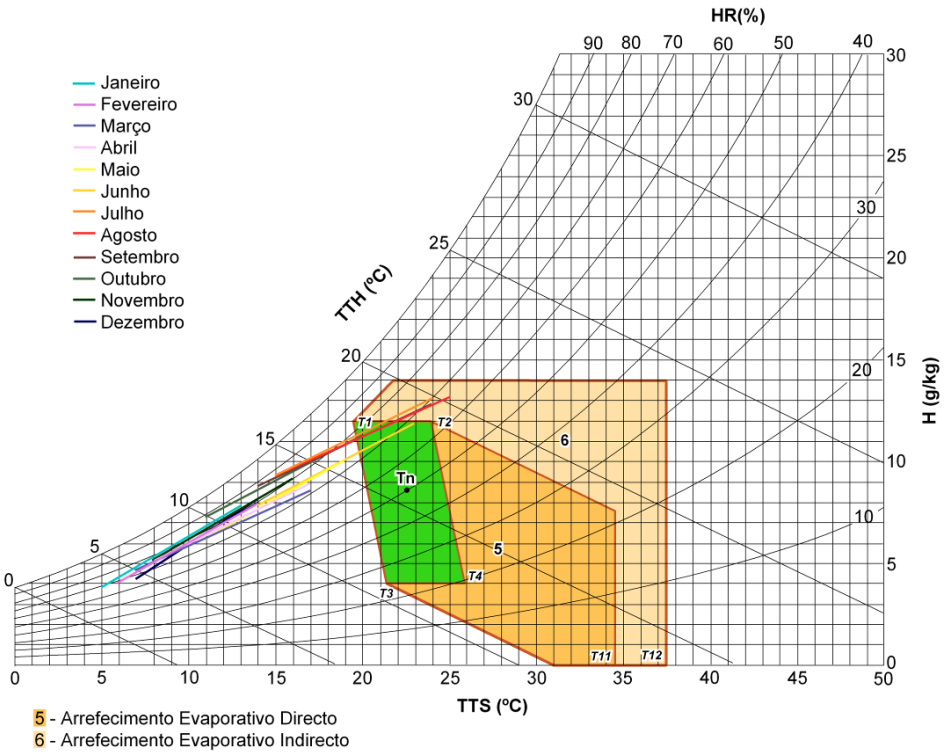


Figura 83 – Estratégias bioclimáticas de Arrefecimento Evaporativo (directo e indirecto), segundo Szokolay, para a cidade do Porto

6.3.2.4 Método de Mahoney

Seguindo as diferentes etapas propostas por MAHONEY para a elaboração de uma análise do rigor térmico ocorrido durante o dia e durante a noite, é possível constatar que os meses compreendidos entre Janeiro e Abril (inclusivé) e Novembro a Dezembro, durante o dia, são classificados como frios. O período que inaugura em Maio e finaliza em Outubro é, segundo uma

categorização de rigor térmico, confortável. A classificação de calor mais extrema (quente) não ocorre em qualquer época do ano, na cidade do Porto. O rigor térmico analisado para o período nocturno é semelhante ao do período diurno, com ligeiras diferenças, uma vez que o mês de Maio e Outubro são classificados como frio.

Através da análise do rigor térmico foi possível chegar a diferentes indicadores de humidade e aridez (baseada numa classificação das nações Unidas, 1971) correspondentes, no caso do clima da cidade do Porto, a necessidades de movimento de ar desejável e de protecção contra o frio *(tabela 26)*. Atendendo a necessidades bioclimáticas observadas, seguiu-se então, o momento de conhecer a frequência mensal em que cada uma delas ocorre durante o ano. Segundo o método de Mahoney estas recomendações podem permitir o conhecimento de algumas informações no que diz respeito ao layout, orientação, estrutura e outros parâmetros necessários ao projecto arquitectónico. Tais pormenores podem ser agrupados em itens, como sendo: traçado, espaçamento, movimento do ar, espaços para dormir ao ar livre, aberturas, paredes, protecção contra as chuvas e cobertura.

Tabela 26 – Aplicação do método de Mahoney à cidade do Porto

Dados Locais (1975-2005)

Local: Porto	**Latitude:** 41º08' N
Altitude: 93 m	**Longitude:** 08º 36' W

Limites Conforto Dia	- 20-25º C
Limites Conforto noite	- 14-20º C

TMA =	16º C
ATA=	19º C

Temperatura Média

Temperatura Média em º C	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima média mensal de temp. (Tmmax)	14	15	17	18	20	23	25	25	24	20	17	14	19,3
Mínima média mensal de temp. (Tmmin)	6	6	8	9	11	14	15	15	14	12	9	7	10,5
Amplitude Térmica mensal (AT)	8	9	9	9	9	9	9	10	10	9	8	7	8,8

Humidade Relativa

Humidade Relativa em (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Humidade Relativa Média (URM)	81	79	75	75	77	76	76	77	78	81	82	81	78
Grupo de Humidade (GU)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Precipitação

Precpitação em mm	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Precipitação mensal	153,0	128,3	106,3	116,6	88,2	34,8	19,4	31,1	70,6	166,6	161,7	194,7	105,9

Rigor Térmico Dia e Noite, adaptado de Harris (1999)

RT dia por TMA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Frio												
Confortável												
Quente												
RT noite por TMA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Frio												
Confortável												
Quente												

Indicadores	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Freq.
H1													0
H2													6
H3													0
A1													0
A2													0
A3													6

As recomendações de projecto propostas por MAHONEY para climas como o da cidade do Porto passam pela atribuição de uma atenção especial na *orientação do edifício*, nos pormenores de construção ou mecânicos que melhorem a *movimentação do ar* e pela consideração do *tamanho das aberturas.*

Segundo o autor, enquanto primeira observação, "*a edificação pode ser desviada levemente do eixo leste-oeste a fim de se captar o vento predominante ou para permitir um aquecimento solar limitado durante o Inverno"* (SENA, 2004, p.130). Assim, a estratégia de orientação do edifício que segundo o autor se pode alternar entre uma orientação NW-SE ou NE-SW, não é na

sua totalidade discordante com a proposta que Olgyay apresenta enquanto orientação ideal de edifícios nos climas temperados. Este último autor defende o eixo NW-SE enquanto a orientação preferencial para climas de médias latitudes. De facto, atendendo ao comportamento das necessidades de radiação solar durante o Inverno e ao facto do ventos predominantes de Verão soprarem de NW, não restam dúvidas que a proposta de Olgyay, reforçada pelo argumento de Mahoney constituem a orientação mais adequada para a implantação de edifícios no Porto.

A segunda recomendação resultante da aplicação das tabelas de Mahoney para o clima da cidade do Porto resulta no seguinte comentário: *"Se o vento dominante não é confiável ou se as limitações de terreno restringem o projecto de movimentação do ar, ventiladores de tecto devem ser instalados"* (SENA, 2004, p.131). Ora, se o edifício se encontrar correctamente implantado (NW-SE), então, será possível também retirar vantagens da ventilação natural, através da circulação predominante em relação aos ventos. Contudo, em situações de grande exposição do edifício poderá ser necessário a formação de um ligeiro ângulo oblíquo em relação aos ventos, de modo a evitar o já referido «Efeito Esteira».

A terceira recomendação resultante deste método diz respeito à necessidade de se considerar aberturas de tamanho médio (de 25 a 20% nas janelas voltadas a N e S). As aberturas voltadas a leste são somente aconselhadas em climas com um Inverno extenso, como parece ser o caso do clima portuense (com 6 meses de rigor térmico diurno frio e 8 meses de rigor térmico nocturno frio). As aberturas nas paredes a oeste são desejáveis em climas frios e temperados, mas evitadas nos trópicos. Ora, esta será a recomendação que levanta mais dúvidas, uma vez que sendo o clima portuense considerado um clima temperado marítimo, está longe de ser um clima frio.

MAHONEY

- Recomendação de Traçado: Edifícios orientados no eixo leste-oeste para reduzir a exposição solar.
- Recomendação de movimento de ar: Salas dispostas em fileira dupla com provisão temporária de movimento de ar.
- Recomendação de aberturas: Aberturas médias, 20-40%.

Síntese da aplicação de diferentes métodos bioclimáticos

A variedade de métodos bioclimáticos aplicados ao clima da cidade que visam o conhecimento dos níveis de conforto térmico e o tipo de necessidades climáticas, associadas a uma calendarização dos mesmos, permitiu verificar algumas dissemelhanças entre si.

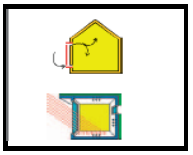
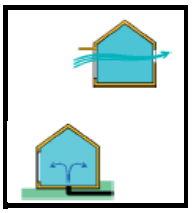
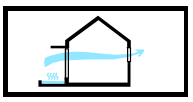
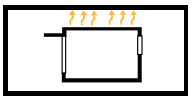
O *método de Givoni* remete-nos para três tipos de necessidades específicas, ainda que todas elas pudessem resumir-se à necessidade de aquecimento. No Inverno, estação que compreende o mês de Dezembro, Janeiro e Fevereiro as necessidades detectadas variam entre o *aquecimento artificial* e o *aquecimento solar passivo*. Enquanto o primeiro tipo de aquecimento implica o recurso a sistemas de aquecimento artificial, utilização de isolamentos nas paredes e nas coberturas, o segundo tipo inclui preocupações relativas a uma correcta orientação das fachadas mais envidraçadas do edifício, aberturas reduzidas nas orientações de menor recepção de radiação solar incidente e a consideração de usos de cor de fachada e dos telhados dos edifícios que permitam maximizar ganhos de calor. Nas estações de transição, na Primavera e no Outono, as necessidades de aquecimento distribuídas entre as de *aquecimento artificial* e de *inércia térmica associada a aquecimento solar* (que requerem o uso de elementos de construção de elevada massa térmica, aplicação de formas de aquecimento passivo, bem como a consideração de isolamento térmico na construção), a principal necessidade diagnosticada situa-se nas *necessidades de aquecimento solar passivo*. Somente os meses de Junho a Setembro são caracterizados como meses de conforto térmico, contudo, apresentando ainda estratégias de controlo que passam pela inércia térmica e aquecimento solar.

O *método de Watson & Labs,* à semelhança do anterior, aponta para uma necessidade bioclimática predominante, a de aquecimento total que requer enquanto estratégia de controlo bioclimático formas de restrição de condução, da infiltração e promoção de ganhos solares. A identificação da necessidade de aquecimento apesar de ser reconhecida em todos os meses do ano, ela é graduada em termos de intensidade. Os meses de Inverno correspondem aos níveis que exigem maior aquecimento, seguidos dos meses que integram a Primavera (Março a Junho), enquanto que os meses que acolhem a estação do Outono apresentam ligeiras quebras. No Verão, subsiste ainda uma percentagem de tempo relativa a necessidades de aquecimento de nível reduzido e muito reduzido, acompanhada de necessidades de redução de ganhos solares, sendo tal estratégia indicada quando os valores climáticos da cidade recaem no interior da própria zona de conforto térmico. O mês de Agosto apresenta ainda uma escassa necessidade de redução de ganhos solares, redução da condução, da promoção da ventilação e promoção de arrefecimento por evaporação e radiação. Watson & Labs apesar de indicarem estratégias de controlo bioclimático, atendendo às necessidades verificadas, não especificam as respectivas medidas específicas para as alcançar.

Szokolay apresenta algumas estratégias gerais para o clima portuense que passam: por uma relação adequada entre massa térmica e aberturas, para o período entre Novembro a Maio, aquando da necessidade de aquecimento solar; por um reforço de inércia térmica e de isolamento; pela promoção do efeito de movimento do ar atendendo à actividade metabólica e vestuário dos indivíduos que habitarão determinado edifício e; pelo fomento de evaporação indirecta, no período compreendido entre Junho a Outubro. Este método tem a vantagem de ser aplicado a qualquer tipo de clima, uma vez que quer a definição da zona de conforto térmico, quer a definição de estratégias de diagnóstico de necessidades bioclimáticas são ajustadas mediante os valores médios de cada clima.

O *método de Mahoney* na sua avaliação dos níveis de conforto térmico da cidade apresenta as maiores diferenças verificadas entre os métodos. Por um lado, realiza uma distinção entre o rigor térmico detectado durante o dia e durante a noite, por outro lado, apesar de não deixar de caracterizar os meses que oscilam entre Janeiro a Abril e de Novembro a Dezembro como frios, apresenta um leque mais alargado dos meses que se caracterizam como confortáveis. Recorde-se que nos métodos anteriores, somente os meses de Junho a Setembro foram apresentados como confortáveis do ponto de vista térmico, enquanto que os resultados propostos pela aplicação do método de Mahoney permitem incluir os meses de Maio e de Outubro no mesmo intervalo. As recomendações resultantes do referido método apontam para a necessidade de atribuir uma especial atenção: à escolha do traçado que no caso do clima portuense passará pela exposição dos edifícios desviados levemente do eixo leste-oeste, ou seja, voltados a NW-SE ou NE-SW com vista a reduzir a exposição solar e a rentabilizar o vento predominante; ao dimensionamento das aberturas, devendo segundo o autor, utilizar-se aberturas médias voltadas a N e S, criar-se aberturas a leste somente no caso de se tratar de um Inverno rigoroso (como parece ser o do clima portuense), sendo permitidas, ainda, as aberturas expostas a oeste, dado o facto do clima portuense tratar-se de um clima temperado; e à disposição de salas dispostas em fileira dupla que possibilitem a provisão temporária de movimento do ar.

Os diferentes tipos de métodos, apesar das diferenças, não deixam de observar, que de um modo geral, as necessidades predominantes do clima portuense são de aquecimento e que o Verão será tido como uma estação situada preferencialmente na zona de conforto térmico. A figura seguinte (fig. 84) apresenta a síntese de algumas estratégias bioclimáticas a incorporar nos edifícios da cidade do Porto.

	Estratégias bioclimáticas	Sistemas Passivos	
Aquecimento	Promoção ganhos solares (1/2/3)	▪ Orientação do edifício através de superfícies envidraçadas (1) ▪ Aberturas reduzidas nas orientações de < radiação solar incidente (1) ▪ Edifícios orientados no eixo leste-oeste (4) ▪ Cores médias ou escuras de fachadas e de telhados para > absorção de calor (3)	
	Restrição da condução (2)	▪ Isolar o edifício	
	Promoção de Inércia Térmica (1/5)	▪ Paredes espessas com isolamento pelo exterior ▪ Relação adequada entre massa térmica e aberturas	
Arrefecimento	Redução de ganhos solares	▪ Sombreamento nos envidraçados ▪ Aberturas médias - 20-40% (3)	
	Promoção de ventilação (2/5)	▪ Ventilação cruzada (nocturna) ▪ Colocação de tubos enterrados horizontalmente no solo - arrefecimento pelo solo ▪ Salas dispostas em fileira dupla com provisão temporária do movimento de ar (4) - *arrefecimento pelo solo* ▪ Promoção de formas de ventilação natural com base no conhecimento da actividade metabólica e no vestuário dos indivíduos	
	Por evaporação (2/5)	▪ Utilização de mosaicos de água na envolvente de edifícios - *arrefecimento por evaporação indirecta*	
	Por radiação (2)	▪ Utilização de materiais (revestimento e cor) reflectivos - *arrefecimento radiativo*	
	Promoção de Inércia Térmica (1/5)	▪ Paredes espessas com isolamento pelo exterior ▪ Inércia térmica acompanhada de capacidade de isolamento	

Nota: Representação das *estratégias* ou *medidas* apresentadas pelos autores:
(1) - Givoni, (2) Watson & Labs, (3) Mahoney, (4) Olgyay e (5) Szokolay

Figura 84- Estratégias bioclimáticas a incorporar nos edifícios da cidade do Porto

6.3.3 Previsões de análise bioclimática para a cidade do Porto

A actual avaliação de conforto térmico realizada na cidade do Porto, baseada no Índice PET (Physiological Equivalent Temperature) - índice térmico derivado do balanço térmico energético humano - revela os seguintes resultados (CALHEIROS & all., 2006, p.260) *(fig. 85)*:

i) A cidade tem quatro meses (Junho-Setembro) com mais de 50% dos dias com níveis confortáveis ou de ligeiro stress pelo calor;

ii) Durante sete meses desde Outubro a Dezembro e de Fevereiro a Maio, a cidade apresenta na maioria dos dias um ligeiro a moderado stress pelo frio;

iii) No mês de Janeiro fortes ou extremos de stress pelo frio fazem-se sentir em cerca de 50% dos dias;

iv) Entre Outubro a Abril existe a possibilidade de ocorrência de alguns dias de stress térmico causado pelo frio de modo extremo ou forte.

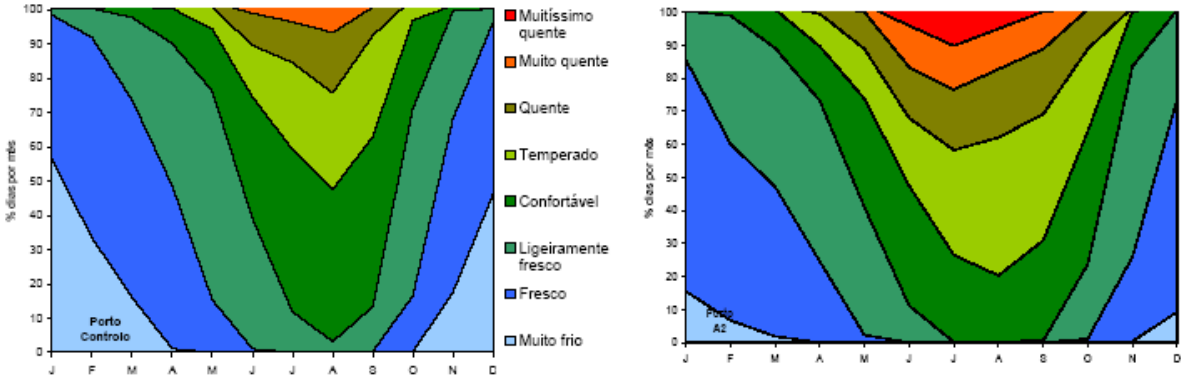


Figura 85 – Índice PET aplicado à cidade do Porto

Contudo, os cenários futuros realizados acrescentam que no futuro a cidade poderá assistir a uma diminuição dos dias em que o stress térmico provocado pelo frio intenso e, simultaneamente, ao acréscimo das ondas de calor em termos de frequência e de intensidade, resultantes das alterações climáticas. Ora, estes cenários futuros parecem ser coerentes com a análise climática do Porto realizada no ponto anterior.

Destas previsões ressaltam os receios apresentados pelo SIAM[33] que tais acontecimentos extremos venham acentuar os fenómenos de mortalidade e morbilidade associados aos episódios de calor e de poluição na área.

Assim, as previsões realizadas pelo SIAM de análise bioclimática parecem ser coincidentes com as tendências de episódios climáticos extremos já abordadas anteriormente, realçando a ideia da redução do desconforto térmico enquanto resultado de frio em substituição por um aumento do stress térmico devido ao calor.

[33] SIAM é a designação do projecto que visa o estudo das alterações climáticas em Portugal com inclusão aos cenários, impactos e medidas de adaptação que reúne uma equipa multidisciplinar.

6.3.4 Condições naturais do território portuense

Conhecido o comportamento climático da cidade e detectadas as necessidades bioclimáticas de escala local dos seus residentes, quer relativas ao passado, quer relativas às possibilidades que o futuro acarretará, será oportuno reflectir sobre o papel do planeamento urbano enquanto prossecutor de medidas concretas de mitigação e de impacte das alterações climáticas da cidade. Tal tarefa passará pela integração da terceira fase da proposta metodológica de análise bioclimática de um território que deverá exigir o reconhecimento das diferentes potencialidades de uso do solo dependentemente dos seus processos naturais, sendo tal premissa baseada na defesa do Método de McHarg[34]. Convencido de que a ocupação do território não deveria ser somente o resultado de vontades económicas, este autor defendeu a incorporação dos processos naturais enquanto factores determinantes na estruturação do uso do solo. É curioso notar que já na década de 1960, o autor não se revelou alheio à problemática dos riscos naturais no território, temática que ainda hoje caracterizar-se-á por insuficiências em vários poderes, variando entre o político, passando pelo legislativo até à própria consciencialização do poder cívico.

Contudo, limitações de execução, de cariz prático terão dificultado a operacionalização de uma abordagem ecológica, uma vez que a sobreposição de uma diversidade de cartas exigia bastante tempo de elaboração, assim como a superação de dificuldades de uma leitura clara.

A boa notícia, que a actualidade nos traz, chega-nos através de um crescente uso e divulgação dos SIG (sistemas de Informação geográfica) com aplicações bastante úteis em matéria de planeamento territorial.

Recentemente, o estudo da bioclimatologia descobriu nas ferramentas de sistemas de informação geográfica (SIG), um utensílio de trabalho fundamental à elaboração de mapas bioclimáticos. Os SIG ao constituírem uma plataforma informática capaz de cruzar informação variada, permitindo actualizações a qualquer instante, podem constituir o meio por excelência, de entendimento e transmissão do conhecimento espacial. Vários estudos realizados nas últimas décadas recorreram a diferentes variáveis, tais como: usos do solo, recursos hídricos, áreas verdes, densidade e dispersão de construção, localização de infra-estruturas para o desenvolvimento dos mapas bioclimáticos, já referidos. Este tipo de cartografia serve, simultaneamente, aos propósitos de planeamento urbano, quando elaborados, a uma escala com um pormenor significativo, sendo de destacar que alguns estudos de elaboração de mapas de bioclimatologia urbana utilizaram uma escala de 10 m de distância de grelha (JENDRITZKY et. all, 1993). Na realidade, podem ser classificados como mapas de micro-escala, capazes de revelar diferentes alternativas de ambientes térmicos, ao planeamento urbano.

A aplicação do método de McHarg ao concelho do Porto, para a caracterização dos factores naturais com influência no comportamento das condições naturais de radiação solar, humidade absoluta e regime de ventos implicou a definição de um valor da grelha cartográfica de 5m, representando, portanto, cada pixel uma área de 5m*5m, equivalente a 25m^2.

[34] Ian McHarg, desde 1960, considerado o primeiro planeador ecológico que estabeleceu uma metodologia para analisar a capacidade de suporte do território e realizar o seu disgnóstico mediante a sobreposição de diversos planos de análise sectorial de diferentes variáveis que se interrelacionavam no terreno: o relevo, a vegetação, a hidrologia, o solo, etc. (HIGUERAS, 2006, p.99)

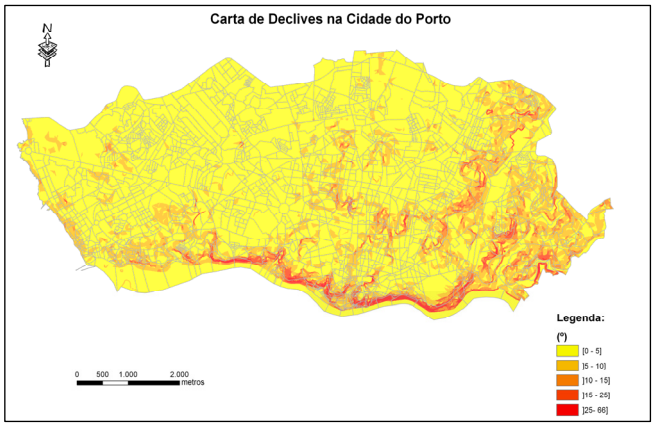
6.3.4.1 Condições naturais de radiação solar da cidade do Porto

ETAPAS METODOLOGICAS DA CARTA DAS CONDIÇOES NATURAIS DE RADIAÇAO SOLAR GLOBAL

A Aconcretização das condições espaciais de radiação solar global que inclui a radiação directa e difusa, em dias sem nebulosidade, implica a realização de duas cartas de factores simples (a carta de declives e de exposição de vertentes) e, uma diversidade de cartas representando combinações entre ambas, às quais será atribuído um valor de radiação solar global observado por OLGYAY (1961), cujo resultado final será uma cartografia de factores cruzados, quer para o Inverno, quer para o Verão. No presente trabalho não se considerou a hipsometria enquanto factor de diferenciação das condições da radiação global, em termos espaciais, na concepção de um mapa de radiação solar global. Considerar este factor implicaria ter presente um território de fortes nuances altimétricas (por exemplo, com oscilações de 2000 a 3000m), o que não se verifica na maioria do território português, à excepção das grandes cadeias montanhosas, muito menos no caso da cidade do Porto cuja variação não ultrapassa os 163 metros.

1ª Fase: Elaboração da carta de declives

Com base na carta militar 1/25000 do IGEOE, folha nº122, (1998), elaborou-se a *carta de declives,* em graus, com um tamanho de pixel de 5 metros (25 m^2) da cidade do Porto através de SIG, cujos resultados variaram entre 0 e 66º (carta 1).

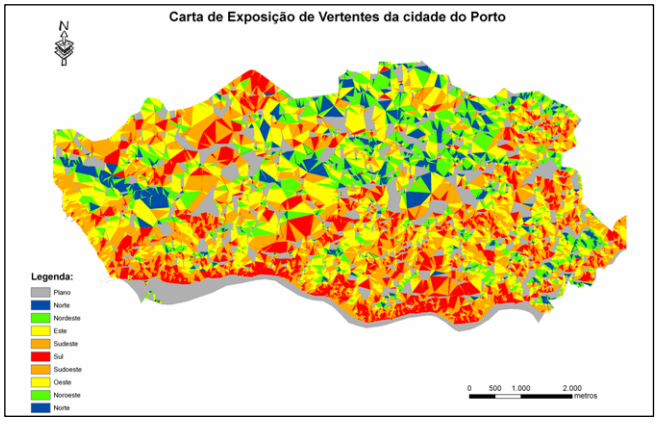


Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 1 – Carta de declives da cidade do Porto

2ª Fase: Elaboração da carta de exposição de vertentes

À semelhança da carta anterior, através de uma carta militar de 1/25000 do IGEOE, foi possível elaborar a carta de exposição de vertentes da cidade do Porto, variando entre oito pontos cardeais: N, NE, E, SE, S, SW, W e NE, mais uma vez através do SIG (carta 2).



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 2 – Carta de exposição de vertentes da cidade do Porto

3ª Fase: Identificação de todas as áreas com declives entre vários intervalos

OLGYAY (1998) no seu estudo sobre as condições naturais de radiação solar global em dias sem nebulosidade, realizado para NEW YORK (Lat.40º N), localizada ao nível médio das águas do mar, no Solstício de Dezembro e Solstício de Junho, ao meio-dia observou que para cada declive iria encontrar diferentes valores de Kcal/m2 dependentemente da exposição de vertente considerada.

A presente metodologia será baseada nestes valores observados pelo autor e, implicará a sobreposição de uma carta de declives e de exposição de vertentes realizadas com a cartografia de base à mesma escala (1/25000).

Para as suas monitorizações, o autor definiu diferentes inclinações (0º, 10º, 20º, 30º, 45º, 60º, 75º e 90º). Contudo, no caso de estudo, foi necessário definir intervalos entre as ditas inclinações, de modo a conseguir-se a obtenção de manchas representando diferentes quantidades de radiação. Assim, a identificação dos limites extremos de cada intervalo de áreas com diferentes inclinações, verificadas anteriormente na carta de declives, corresponde ao ponto médio de cada valor definido por OLGYAY na *tabela 27*:

Tabela 27 – Radiação total em dias sem nebulosidade (Lat. 40º N – Kcal/m2)

0º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
21-Jun	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5

0º-5º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
21-Jun	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5

10º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	32,5	30,2	24,1	18,8	16,1
21-Jun	98,6	100	98,8	98,0	96,3

5º-15º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	32,5	30,2	24,1	18,8	16,1
21-Jun	98,6	100	98,8	98,0	96,3

20º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	39,8	33,2	23,0	13,4	8,1
21-Jun	97,6	97,9	94,6	92,7	91,5

15º-25º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	39,8	33,2	23,0	13,4	8,1
21-Jun	97,6	97,9	94,6	92,7	91,5

30º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	45,9	38,9	22,0	8,2	4,4
21-Jun	91,9	92,9	90,5	85,5	82,9

25º - 37,5º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	45,9	38,9	22,0	8,2	4,4
21-Jun	91,9	92,9	90,5	85,5	82,9

45º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	52,9	42,8	21,9	5,8	4,2
21-Jun	80,1	83,3	81,3	71,3	69,3

37,5º-52,5º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	52,9	42,8	21,9	5,8	4,2
21-Jun	80,1	83,3	81,3	71,3	69,3

60º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	56,7	43,5	19,6	5,2	4,1
21-Jun	64,4	71,2	72,1	57,6	49,0

> 52,5º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	56,7	43,5	19,6	5,2	4,1
21-Jun	64,4	71,2	72,1	57,6	49,0

75º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	56,0	42,5	16,1	4,7	3,9
21-Jun	44,9	55,7	59,8	45,2	28,9

90º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	52,4	39,4	13,3	4,4	3,8
21-Jun	26,1	41,0	47,8	36,1	19,7

A *terceira fase* implicou os seguintes passos no Sistema de Informação Geográfica:

OLD VALUES	NEW VALUES
0-5	1
5-66,04	0

A transformação dos valores entre 0º-5º no valor 1 significa um pedido de identificação ao programa das áreas que se encontrem, somente, com intervalos compreendidos entre esses valores. O valor zero tem como objectivo não apresentar as restantes áreas com diferentes declives.

DECLIVES
0º-5º
5º-15º
15º-25º
25º - 37,5º
37,5º-52,5º
> 52,5º

Este processo exigiu a repetição deste passo para todos os intervalos de declives definidos para a área em estudo:

No final desta etapa, o resultado foi a possível observação de seis mapas, todos eles indicando somente um intervalo de declives.

4ª Fase: Identificação das diferentes exposições de vertente

Pontos cardeais	Intervalos
N	0-22,5
NE	22,5-67,5
E	67,5-112,5
SE	112-157,5
S	157,5-202,5
SW	202,5-247,5
W	247,5-292,5
NW	292,5-337,5
N	337,5-360

Pontos cardeais
N
NE/NW
E/W
SE/SW
S

Esta quarta fase implicou, à semelhança da fase anterior, os seguintes passos no Sistema de Informação Geográfica do ARCGIS, mas desta vez aplicados à identificação de cada exposição de vertente.

Uma vez que a radiação solar é simétrica, foi possível agrupar algumas exposições de vertente na mesma layer.

5 ª Fase: Identificação de diferentes combinações entre declives e exposições de vertentes

Após a individualização de diferentes áreas agrupadas em 6 intervalos de declives e em 5 intervalos de exposições de vertentes foram seleccionadas as áreas que correspondem a cada uma das 30 diferentes combinações.
P. Ex: Seleccionar classe 0-5 * Exposição de vertente sul

6ª Fase: Atribuição de diferentes valores de Kcal/m2 às várias combinações, segundo OLGYAY, para o mês de Dezembro e mês de Junho

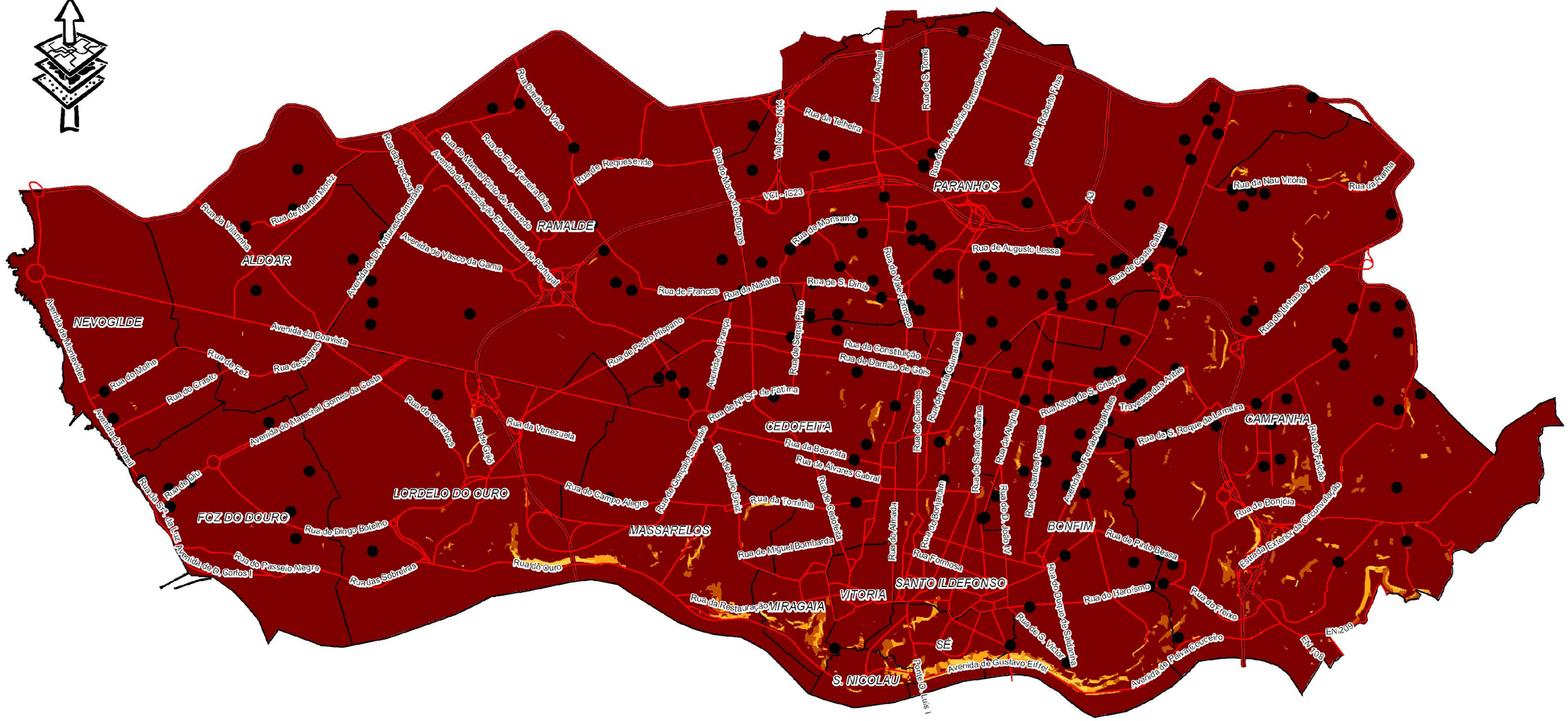
A cada combinação já criada, por exemplo áreas com declive 5º-10º e exposição sul (em Dezembro), foi atribuído o valor correspondente de radiação global observado por OLGYAY – *ver tabela anterior.*

OLD VALUES	NEW VALUES
0	0
1	24,4

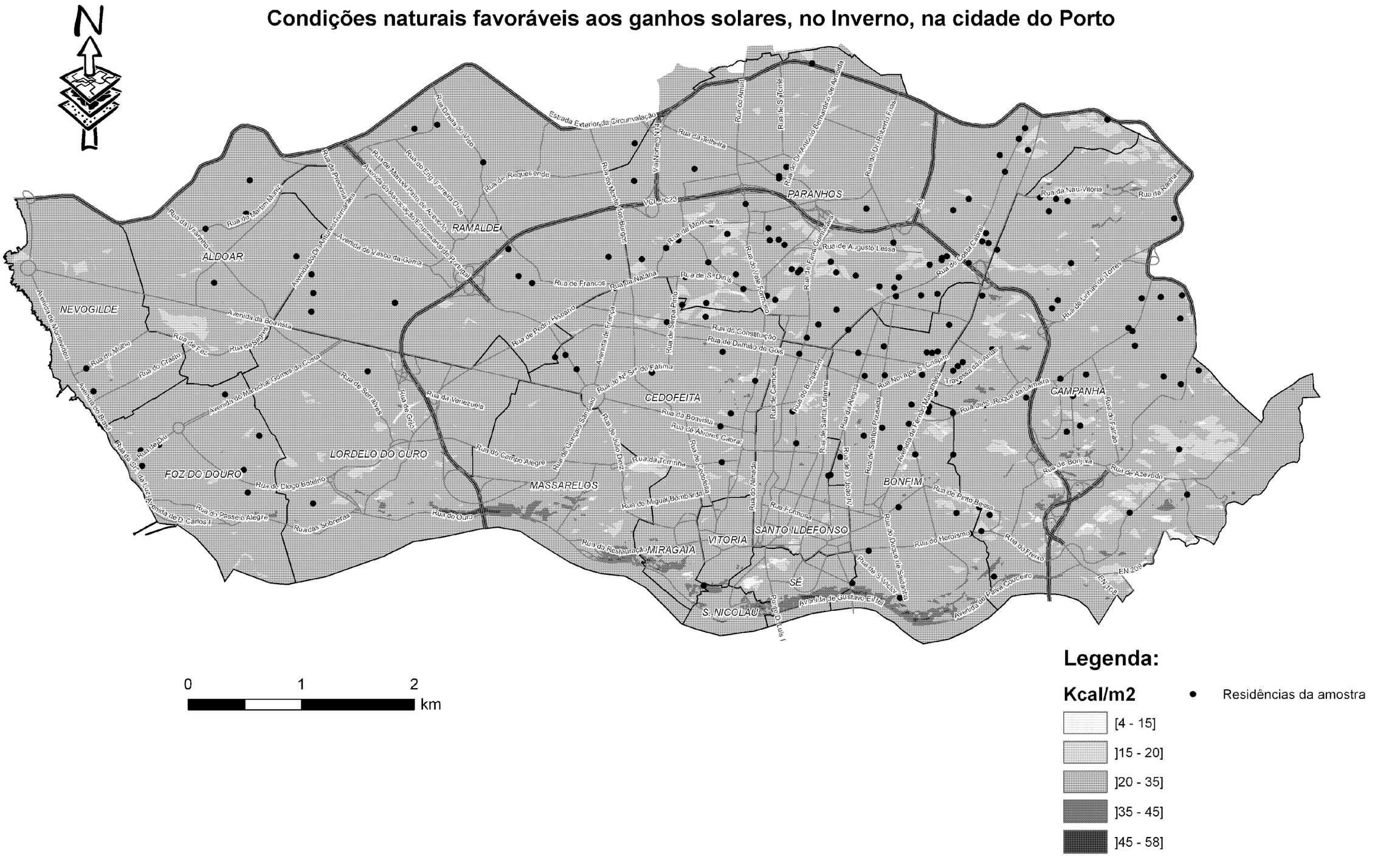
Output Raster: Nome ficheiro (p.ex.: exp_sul_0º-5º D)

7ª Fase: Elaboração da carta das condições naturais de radiação solar, segundo OLGYAY, através da soma das diferentes combinações com diferentes valores de Kcal/m2

Condições naturais favoráveis aos ganhos solares, no Verão, na cidade do Porto


N
PARANHOS
RAMALDE
ALDOAR
NEVOGILDE
FOZ DO DOURO
LORDELO DO OURO
MASSARELOS
CEDOFEITA
VITORIA
MIRAGAIA
SANTO ILDEFONSO
SÉ
S. NICOLAU
BONFIM
CAMPANHÃ
Rua da Tapada do Vale
Rua de Requesende
Rua de Manuel Pinto de Azevedo
Rua de Eng. Ferreira Dias
Avenida da Associação Empresarial de Portugal
Avenida de Vasco da Gama
Rua de Frances
Rua da Natália
Rua de S. Dinis
Rua de Monsanto
Rua da Telheira
Rua de Augusto Lessa
Rua de Costa Cabral
Rua da Nau Vitória
Rua da Senhora da Hora
Rua de Pedro Hispano
Avenida de França
Rua da Constituição
Rua de Damião de Góis
Rua de Nª Sª de Fátima
Rua da Boavista
Rua de Álvares Cabral
Rua de Gondarém
Rua de Fonte Cova
Rua de Santa Catarina
Rua de Alegria
Rua Nova de S. Crispim
Travessa das Artes
Rua de S. Roque da Lameira
Rua de Bonjóia
Rua de Pinto Bessa
Rua de Heroísmo
Rua de Reino
Estrada Exterior da Circunvalação
EN 209
Rua da Avenida de Boavista
Avenida de Montevideu
Rua de Moine
Rua de Faz
Rua de Segres
Rua de Crasto
Avenida do Brasil
Rua de Diu
Avenida do Marechal Gomes da Costa
Rua de Sarzedas
Rua do Campo Alegre
Rua da Venezuela
Rua do Carvalhido
Rua de Diogo Botelho
Rua do Passeio Alegre
Rua das Sobreiras
Avenida de D. Carlos I
Rua do Ouro
Rua da Restauração
Rua de Miguel Bombarda
Rua da Torrinha
Rua de Cedofeita
Rua de Almada
Rua do Bonjardim
Rua Formosa
Rua de Sá da Bandeira
Rua de Santa Maria
Rua do Bonjardim
Rua de S. Vicente
Avenida de Gustavo Eiffel
Ponte de Luís I
Rua de Entre Quintas
Rua de Júlio Dinis
Rua de Camões
Rua de Paula Cimarães
Rua de Sampaio Pinto
Rua do Visconde Fornos
Rua de Mousinho de Quevedo
Rua de Vale Formoso
Rua de Mouzinho da Silveira
Via Norte - N14
VCI - IC23
Rua da Arnal
Rua de S. Tomé
Rua do Dr. Roberto Frias
Rua de Antônio Bernardino de Almeida
Rua de Monsanto
Rua de Pedro Homem de Mello
Rua de Vilarinha
Rua de Martim Moniz
Avenida de Dr. Antunes Guimarães
Rua de Pinheiros
Rua de Diu
Rua de Nª Sª da Luz
Avenida de Montevideu
Avenida do Brasil
Avenida de Dr. Antunes Guimarães
Rua de Pinheiros
Rua de Diu
Rua de Nª Sª da Luz
Avenida de D. Carlos I
Rua do Passeio Alegre
Rua de Diogo Botelho
Rua das Sobreiras

Condições naturais favoráveis aos ganhos solares, no Inverno, na cidade do Porto



Legenda:

Kcal/m2

- [4 - 15]
-]15 - 20]
-]20 - 35]
-]35 - 45]
-]45 - 58]

• Residências da amostra

Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998), Olgyay (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 4 - Condições naturais favoráveis aos ganhos solares, no Inverno, na cidade do Porto

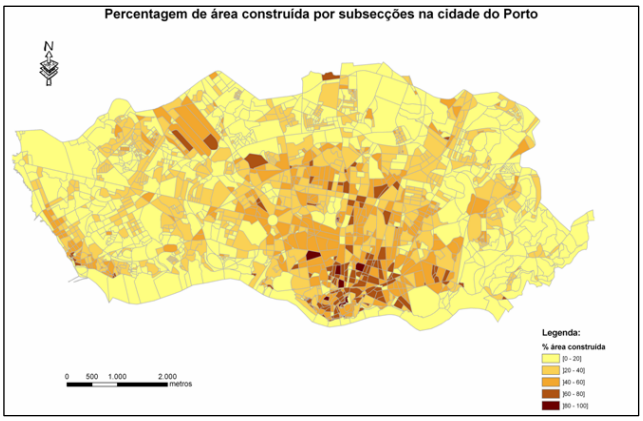
6.3.4.2 Condições naturais de exposição aos ventos predominantes da cidade do Porto

ETAPAS METODOLÓGICAS DA CARTA DE CONDIÇÕES NATURAIS DA VENTILAÇÃO

A elaboração da carta de exposição ao vento pressupõe o estudo de quatro variáveis distintas, abordadas durante a fundamentação teórica a propósito dos factores naturais permanentes que influenciam o comportamento da direcção e velocidade do vento e, consequentemente, com possibilidades de influenciar a ventilação interior dos edifícios, sendo de destacar: a densidade construtiva e os factores morfológicos subdivididos entre o estudo hipsométrico, de declives e de exposição de vertentes (MENDONÇA & all., 2003).

1ª etapa: Elaboração da Carta de Densidade Construtiva

Um aspecto já estudado, responsável por uma melhor ou pior circulação das correntes de vento no interior de uma cidade resulta da densidade construtiva verificada num determinado micro-contexto, correspondendo as áreas de maiores obstáculos a áreas onde a ventilação se fará sentir com dificuldade acrescida. Com a intenção de verificar os principais obstáculos resultantes da edificação na cidade do Porto elaboramos uma carta que representa a razão de área construída em relação ao total de área de cada subsecção da cidade do Porto. À presente carta foi atribuída uma ponderação de 35% de importância relativamente ao total de obstáculos explicativos da passagem de vento no território (*carta 5*).

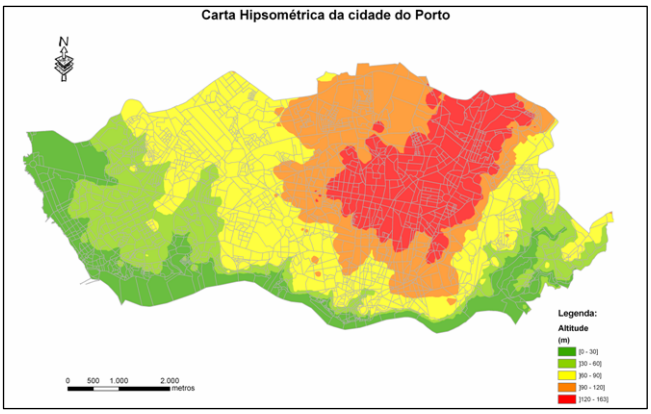


Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 5 – Carta da percentagem de área construída, por subsecções, da cidade do Porto

2ª etapa: Elaboração da Carta Hipsométrica

As diferenças altimétricas verificadas no território constituem outro aspecto influente no comportamento espacial do vento, uma vez que à medida que as altitudes aumentam a velocidade do vento tende a ser superior (*carta 6*). O peso atribuído a este factor foi de 20% em relação ao total de obstáculos explicativos da passagem de vento no interior de um território.



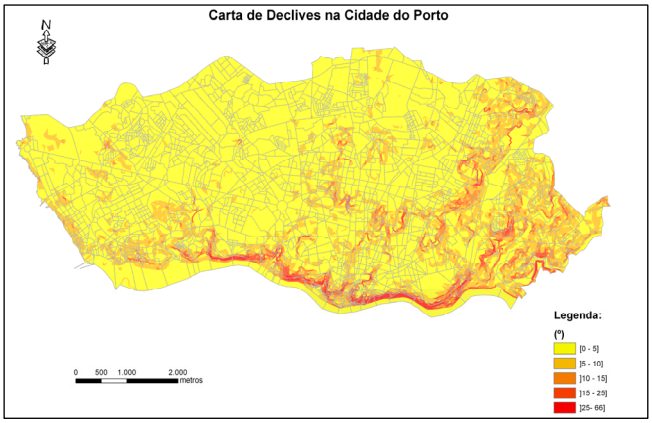
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 6 – Carta hipsométrica da cidade do Porto

3ª etapa: Elaboração da Carta de Declives

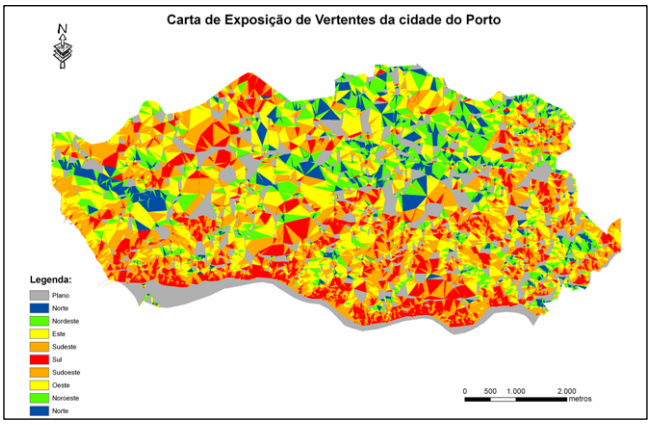
Todavia, no estudo das condições morfológicas que afectam o comportamento espacial do regime dos ventos deverá ainda ser considerada a representação cartográfica dos declives dada a acentuação à medida que a inclinação do terreno é mais pronunciada (*carta 1*).

Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)



4ª etapa: Elaboração da Carta de Exposição de Vertentes

A importância de conhecer a exposição de vertentes resulta da necessidade de compreender o papel da morfologia enquanto factor de protecção ou de exposição ao vento. Assim, para o caso da cidade do Porto onde os ventos predominantes de verão sopram de WNW e os de Inverno revelam-se da direcção ESE, as vertentes com estas orientações serão consideradas as mais expostas. É de assinalar, todavia, que a elaboração da carta de exposição ao vento implica uma distinção entre os dois rumos predominantes ocorridos na cidade durante o ano. Isso significa que no Verão, as vertentes viradas a NW, a barlavento dos ventos marítimos, serão as mais expostas enquanto que as vertentes SE, sendo aquelas que se encontram numa posição de sotavento serão as que encontrar-se-ão mais protegidas. No Inverno, o fenómeno repetir-se-á em sentido inverso. As vertentes expostas a SW e NE que apresentam uma posição de perpendicularidade em relação às vertentes NW e SE são consideradas com valores mais reduzidos em termos de exposição aos ventos considerados. Por seu turno, as exposições N, S, W e E cuja posição relativa é de obliquidade assumem valores mais elevados (*carta 2*).



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

À combinação da exposição de vertentes e de declives é atribuído um peso de 45% do total de factores que participam na definição de áreas mais ou menos expostas aos ventos predominantes *(fig. 86)*.

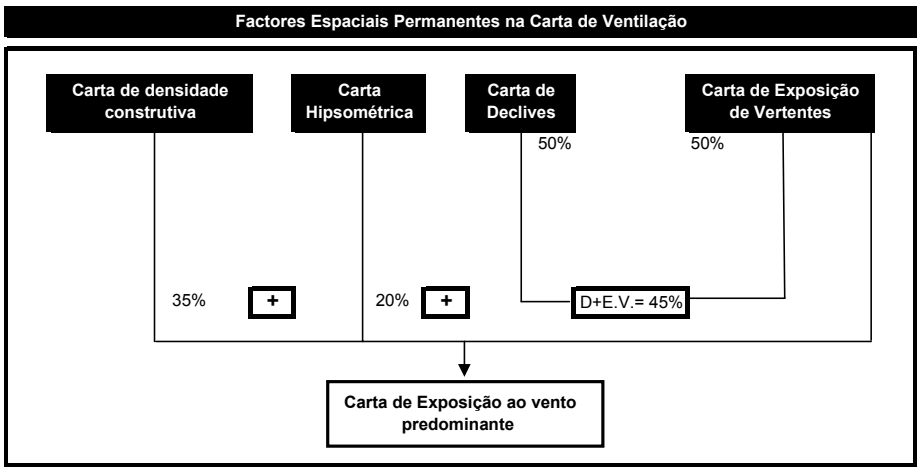
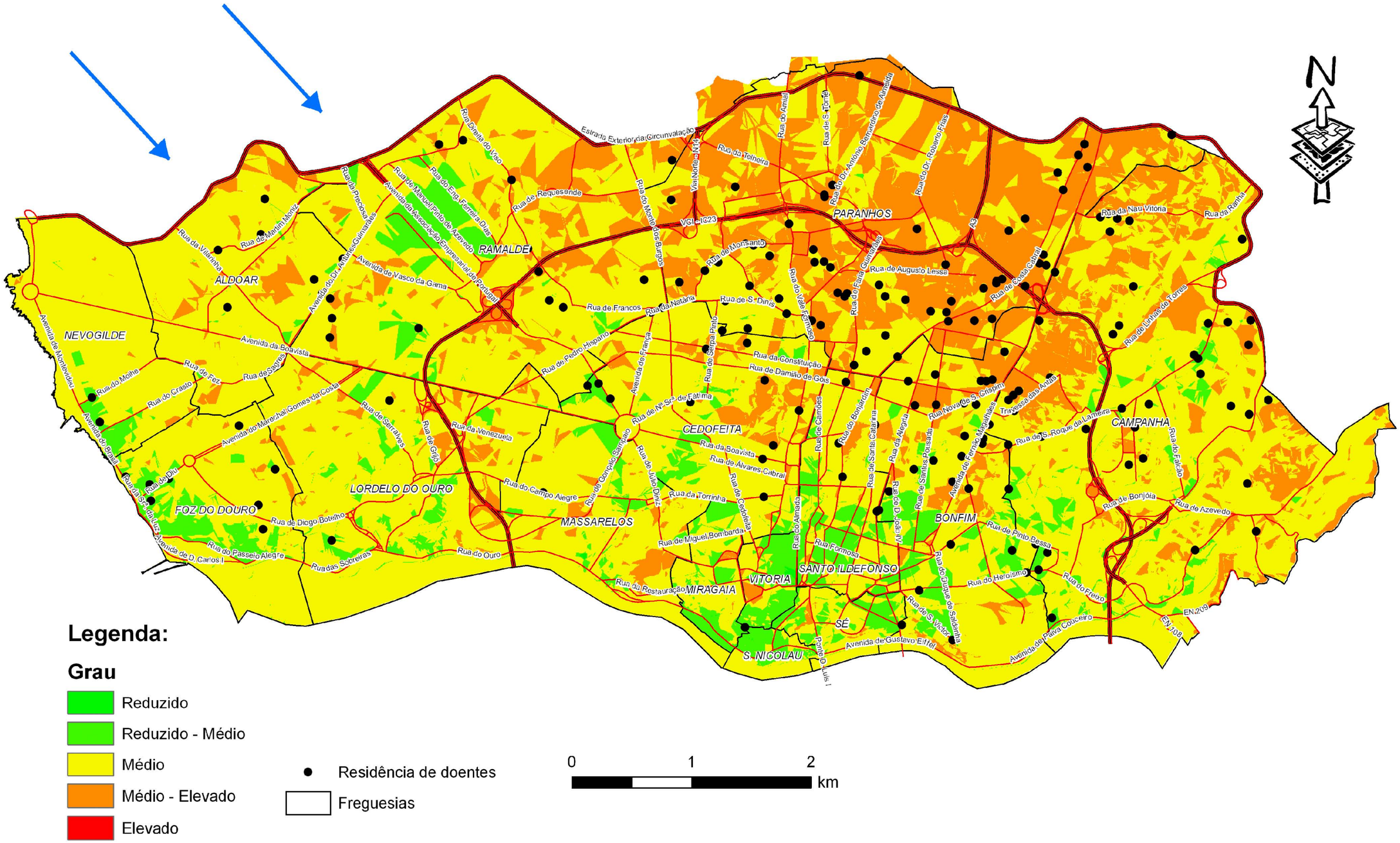


Figura 86 – Factores espaciais permanentes influentes na carta das condições naturais de ventilação

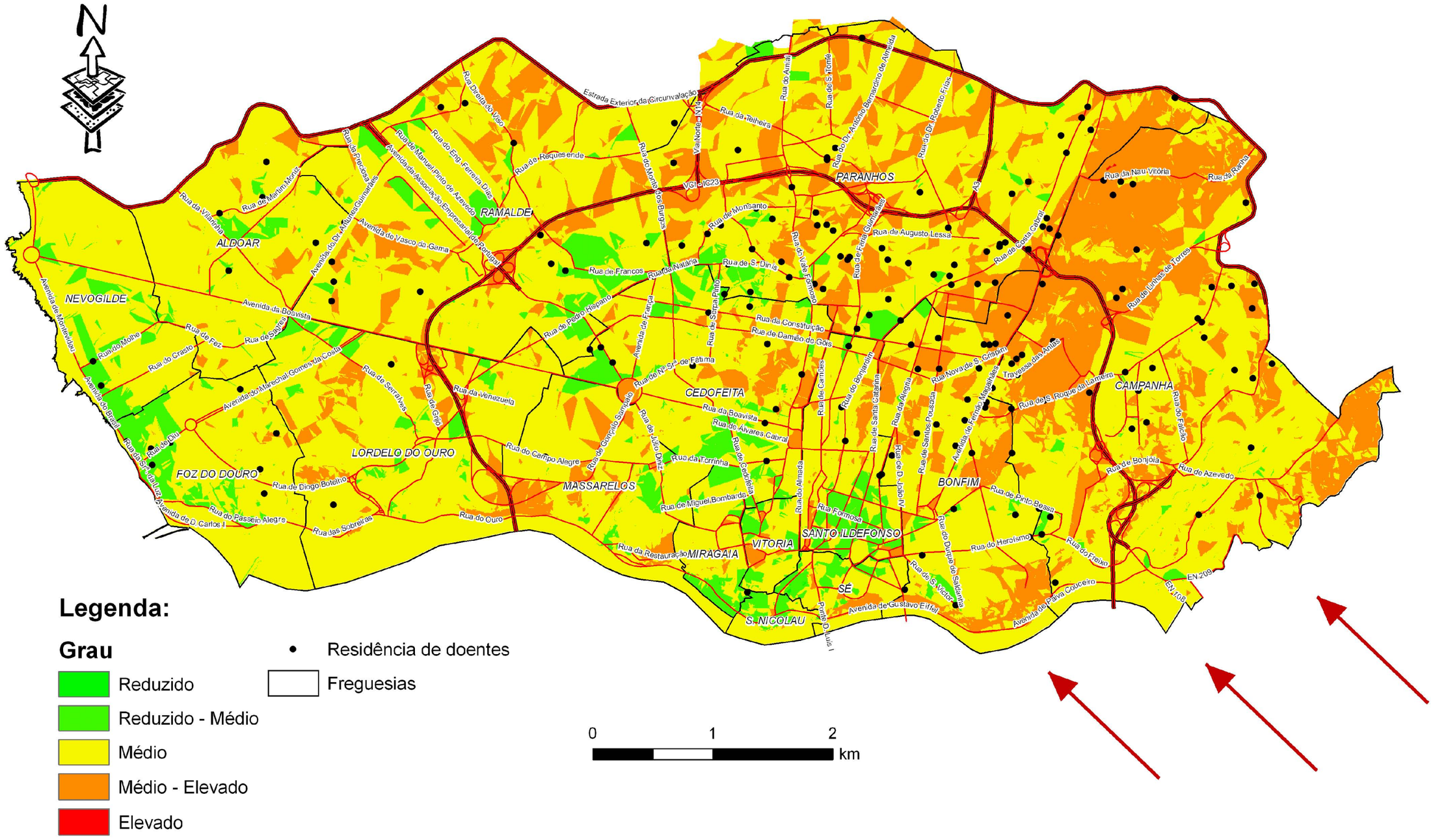
Condições naturais favoráveis aos ventos predominantes (NW), no Verão, na cidade do Porto



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 7 - Condições naturais de exposição aos ventos predominantes (NW), no Verão

Condições naturais favoráveis aos ventos predominantes (SE), no Inverno, na cidade do Porto



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 8 - Condições naturais de exposição aos ventos predominantes (SE), no Inverno

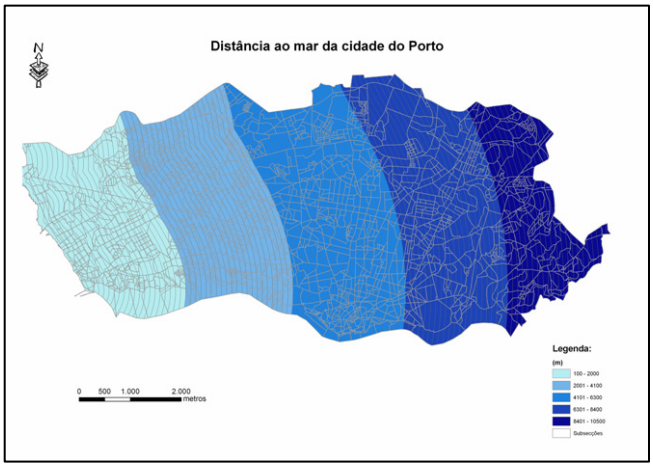
6.3.4.3 Condições naturais de humidade absoluta da cidade do Porto

ETAPAS METODOLÓGICAS DA CARTA DE CONDIÇÕES NATURAIS DA HUMIDADE ABSOLUTA

À semelhança da carta das condições naturais da radiação solar elaborada para a cidade do Porto, a carta das condições espaciais que condicionam a humidade absoluta exigirá o recurso a uma combinação de factores permanentes e, respectivas, ponderações. À priori da explicação das etapas metodológicas à concepção da presente carta, convém salientar que os factores espaciais permanentes escolhidos contribuem de duas formas para o aumento do vapor de água existente na atmosfera, nomeadamente, pela via da evaporação directa (mar, rio, ribeiros) e da evapotranspiração (áreas verdes).

1ª etapa: Elaboração da Carta de Distância ao Mar

A carta de distância ao mar (Oceano Atlântico), com base na *Carta Militar do Instituto Geográfico do Exército 1/25000 da folha nº122,* resultou da elaboração de diferentes *buffers* (faixas definidas num intervalo) de 100 m, possuindo como ponto de partida a linha de costa para o cálculo da distância até ao limite administrativo oriental do concelho do Porto. Posteriormente à definição dos vários *buffers*, procedeu-se a uma reclassificação, através do programa ArcGis que consistiu na atribuição de valores variáveis entre 1 (linha de costa) e zero (a partir do limite extremo oriental). Por se considerar o factor espacial de maior influência nos níveis de humidade verificados na cidade do Porto, optou-se por se atribuir uma ponderação de 40% relativamente ao peso total de factores (*carta 9*).

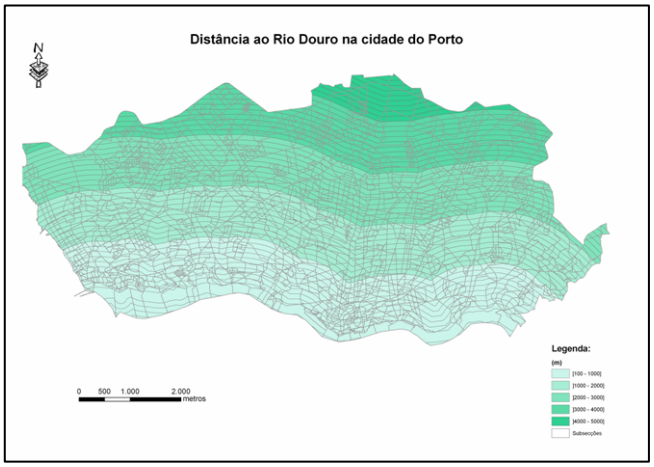


Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 9 – Carta de distância ao mar da cidade do Porto

2ª etapa: Elaboração da Carta de Distância ao Rio

A carta de distância ao Rio Douro, com base na Carta Militar do Instituto Geográfico do Exército 1/25000 da folha nº 122, resultou da elaboração de diferentes buffers de 100 m, à semelhança da carta anterior, possuindo como ponto de partida a margem norte do Rio Douro e como limite norte extremo uma linha imaginária definida de 500 metros, atendendo ao facto de se considerar a influência do rio bastante mais restrita, em termos espaciais, do que a influência marítima (*carta 10*). Nessa perspectiva a ponderação atribuída a este factor conta com 15%. A reclassificação realizada consistiu num processo análogo à realizada na carta anterior.



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 10 – Carta de distância ao Rio Douro da cidade do Porto

3ª etapa: Inclusão da Carta de Rede Hidrográfica

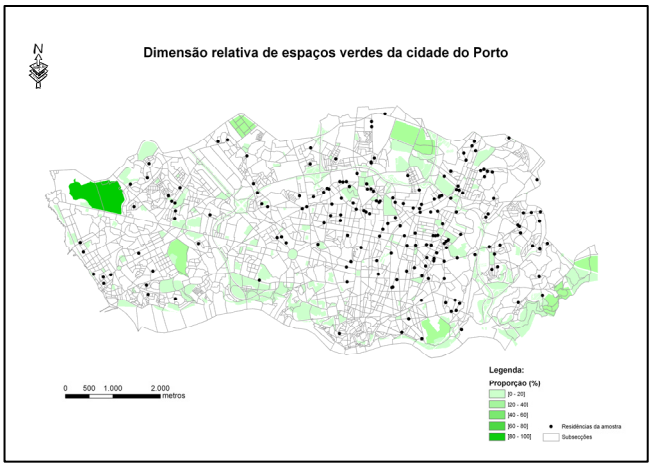
A terceira etapa exigiu somente a inclusão de uma carta de cursos de água à superfície na cidade do Porto. É de sublinhar o facto deles serem escassos, uma vez que a maioria se encontra entubado. A carta utilizada, a que apelidamos de rede hidrográfica (cursos de água à superfície), é de autoria da Câmara Municipal do Porto, constituindo um elemento pertencente à Estrutura Ecológica Municipal, à escala 1/1000, do actual PDM do Porto (3ª geração). Em termos de importância relativa, a este factor foi atribuído um peso de 10% (*carta 11*).

Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 11 – Carta da rede hidrográfica da cidade do Porto

4ª etapa: Inclusão da Carta de Estrutura Verde

A quarta etapa que deu origem à cartografia combinada dos factores espaciais permanentes de humidade absoluta recorreu, mais uma vez, à Planta da Estrutura Ecológica Municipal, à escala 1/1000, cujas áreas verdes são definidas como: Verde Privado a Salvaguardar, Verde de Utilidade Pública e Verde Misto. É de acrescentar que a tipologia de áreas verdes se encontra restrita, sobretudo, a áreas lúdicas, de apoio a equipamentos, áreas agrícolas de consumo doméstico e, áreas residuais (baldios). A presente carta alerta para necessidade de considerar a dimensão das áreas verdes. Para tal, com base na dimensão máxima do espaço verde da cidade, correspondente ao Parque da Cidade cuja área totaliza 575 000 m2 estabeleceu-se uma dimensão proporcional para os restantes verdes da cidade, sendo de destacar que à medida que aumenta a respectiva dimensão cresce também a possibilidade de humidade absoluta. Este factor de espaços verdes foi considerado o segundo factor mais importante na avaliação dos níveis de humidade produzidos, tendo sido atribuído um valor de 25% (*carta 12*).

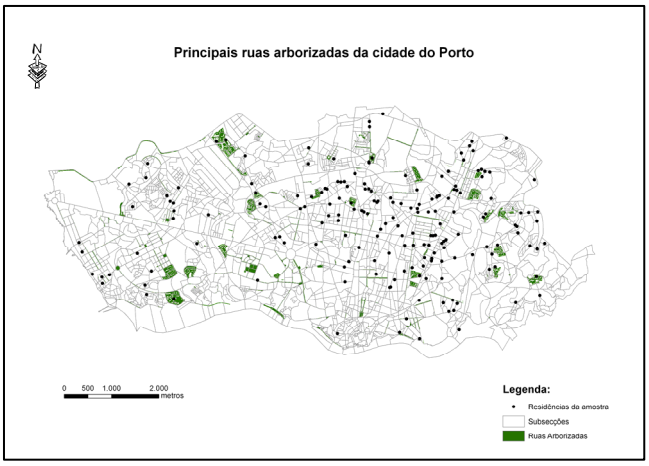


Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 12 – Carta da dimensão relativa de espaços verdes da cidade do Porto

5ª etapa: Inclusão da Carta de Ruas Arborizadas

Embora a Carta de Ruas Arborizadas constitua, à semelhança dos dois mapas anteriores, um elemento integrante da Estrutura Ecológica Municipal ela encontra-se separada, na cartografia do PDM, dos espaços verdes anteriormente considerados, daí não ser considerada juntamente. Para além disso, uma outra razão suporta esta distinção de factores, nomeadamente, o facto de a este factor ser atribuída uma ponderação diferente. Optamos por considerar um efeito menor, em termos de evapotranspiração, de árvores pontual ou linearmente implantadas ao longo dos eixos viários quando comparado com áreas de vegetação de maior densidade e tamanho como são os espaços verdes públicos ou jardins privados. Às ruas arborizadas enquanto fonte de aumento dos níveis de humidade foi atribuído um valor idêntico ao peso dos cursos de água à superfície (10%) (carta 13).



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 13 – Carta das principais ruas arborizadas da cidade do Porto

6ª etapa: Elaboração da Carta de Humidade Absoluta

Como foi possível observar nas etapas anteriores, a elaboração de um mapa de factores espaciais permanentes responsáveis pelas possíveis diferenças à micro-escala de humidade absoluta, tem como objectivo um provável comportamento distinto dos níveis de humidade na cidade que combinados com outros elementos climáticos resultarão, certamente, em contextos climáticos diversificados. Convém assinalar, contudo, que a opção por estes factores permanentes baseou-se num suporte de revisão bibliográfica, a propósito das principais condicionantes da humidade. Ainda assim, é reconhecida uma componente subjectiva na atribuição dos critérios de ponderação tendo como sustentáculo o reconhecimento pessoal de uma ordem de importância nesses mesmos critérios, podendo tal atribuição de pesos ser sintetizada através da *fig.87*.

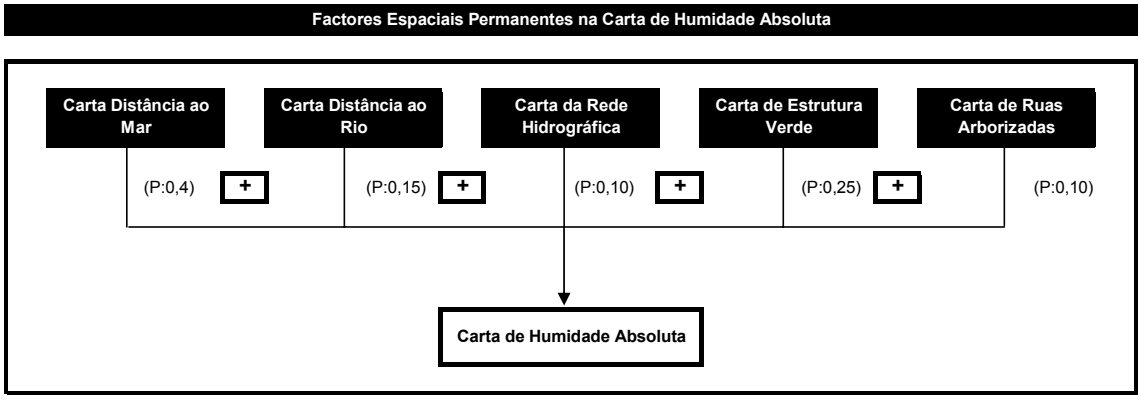
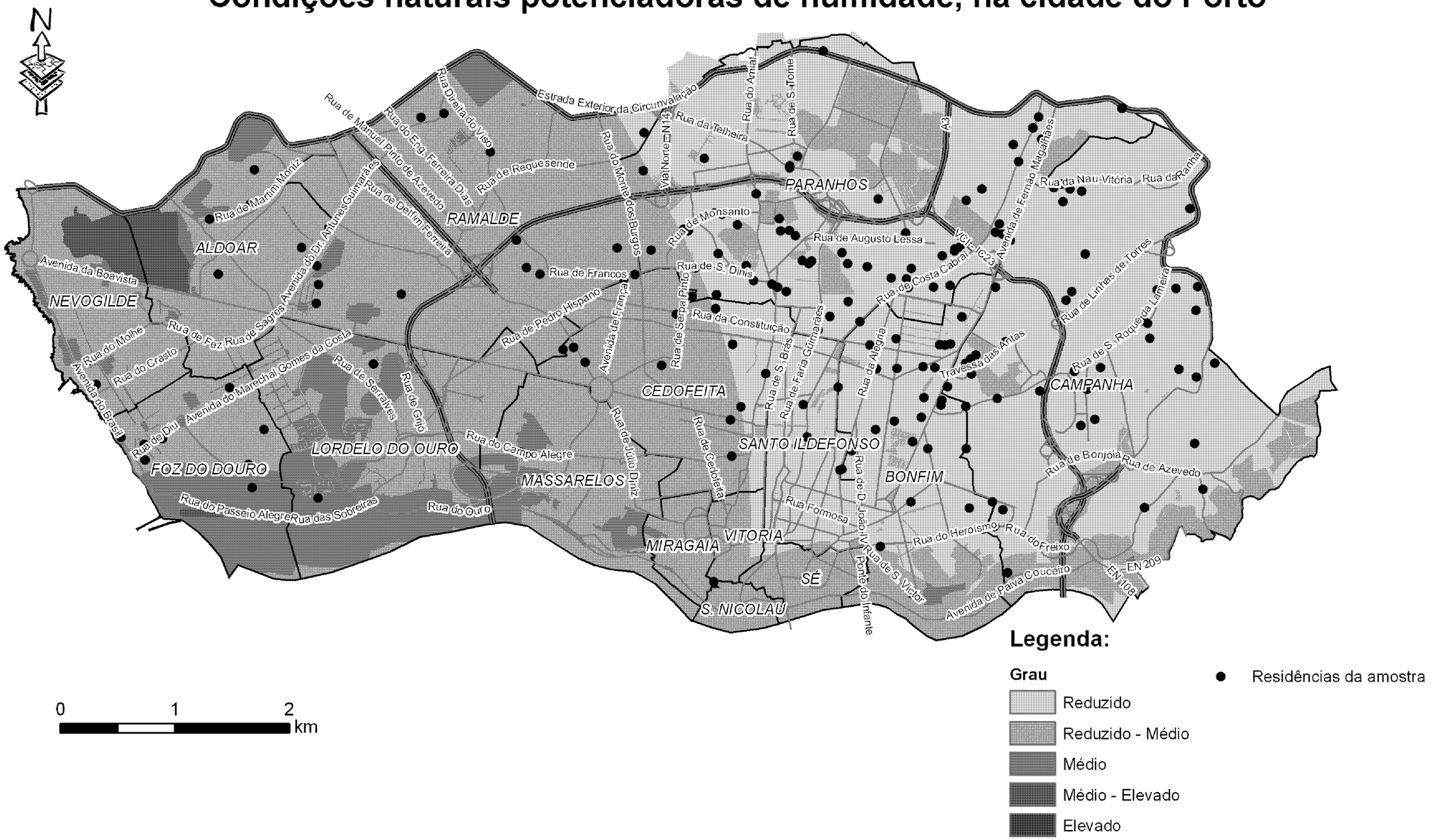


Figura 87 – Factores espaciais permanentes influentes na carta das condições naturais de humidade absoluta

Condições naturais potenciadoras de humidade, na cidade do Porto



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 14 - Condições naturais de humidade absoluta na cidade do Porto

As condições naturais encontradas na cidade do Porto merecem, neste momento, um esforço de síntese, uma vez que a combinação entre a exposição solar, os ventos predominantes e os contextos de humidade resultarão em distintos contextos bioclimáticos. A este propósito, GANHO (1996, 1998) refere que os efeitos combinados de temperatura, humidade do ar, insolação e vento resultam em contrastes termo-higrométricos espaciais e, consequentemente, em contrastes bioclimáticos. Segundo o autor, o resultado bioclimático exercerá influência, que na saúde, quer no conforto ou desconforto térmico dos indivíduos utentes de determinado espaço.

Nesse sentido importa verificar a existência de contextos espaciais diferentes no interior do concelho do Porto, do ponto de vista bioclimático (carta 15), como também sublinhar as situações variadas atendendo ao que se verifica ao longo das estações, em particular, no Inverno e no Verão. Todavia, a leitura espacial de contextos bioclimáticos é realizada com base no conhecimento das condições naturais existentes e, em outros estudos de monitorização climática já realizados (MONTEIRO, 1993 a, 1993 b, 1997; BALKESTAHK, 2005).

Uma primeira análise à cartografia das condições naturais do concelho do Porto permite, desde logo, identificar diferenças significativas que marcarão os *contextos bioclimáticos* entre o "Porto Ocidental" e o Porto Oriental". A oposição morfológica verificada a oeste por uma plataforma litoral correspondente às cotas mais reduzidas e a leste pela existência de um relevo marginal de alinhamento NE-SW, correspondentes às altitudes mais significativas que chegam a atingir aproximadamente os 160 m constitui um contributo explicativo, todavia, não exclusivo. A intensidade da acção moderadora do mar e do rio será tanto menor à medida que avançamos para o interior e ocidente da cidade, segundo DIAS (2000) esclarecem também estas diferenças.

Porto Ocidental – no seu interior será possível individualizar duas sub-áreas geográficas. A primeira poderá delimitar-se pelo Oeste da freguesia de Nevogilde e pelo sul das freguesias da Foz do Douro e de Lordelo do Ouro, Miragaia, Sé e sul do Bonfim e a segunda área, correspondente a uma área de transição entre o litoral e o interior do concelho do Porto, equivalerá às freguesias de Aldoar, Ramalde e Norte de Massarelos.

■ *A Faixa Marítima e Ribeirinha* – inclui o grande eixo marítimo que compreende a Avenida de Montevideu e a Avenida do Brasil e toda a marginal Ribeirinha que se prolonga desde a Foz do Rio Douro até às proximidades do Freixo. O Vale de Campanha pela desigualdade das suas características naturais influentes nos ganhos solares, não é considerado no interior deste contexto. Para o interior a influência deste contexto não ultrapassará mais do que 500 m de distância.

Esta faixa representará o micro-contexto bioclimático que reúne as massas de ar mais húmidas devido à extensa massa de água disponível para evaporar, em resultado da proximidade ao Oceano Atlântico e Rio Douro, assim como à existência do Parque da Cidade, dada a densidade da vegetação e revestimento do solo que a permite distinguir claramente dos micro-contextos impermeabilizados. MONTEIRO (1999) sublinha que *"a área S e W da cidade regista quase sempre temperaturas mais baixas. A diminuição da temperatura faz-se progressivamente à medida que nos aproximamos do rio Douro e do mar, respectivamente".* No Verão, esta demarcação territorial sofrerá, portanto, a mais importante acção moderadora do mar devido à existência das brisas realizadas entre superfície terrestre e marítima. A humidade absoluta que caracteriza estas áreas associada aos ventos predominantes oriundos do quadrante norte (NW) torna-as bastante confortáveis do ponto de vista bioclimático para o bem-estar dos cidadãos e, em particular para os grupos vulneráveis da sociedade cujos limiares de resistência térmica reclamam sensações térmicas amenas, marcadas por uma reduzida amplitude térmica. Assim, se o clima portuense se caracterizasse unicamente pela existência da estação de verão, marcada por dias quentes e secos, então este

micro contexto bioclimático poderia tornar-se provavelmente o mais apetecível. No Inverno, apesar da acção moderadora do mar na atenuação das baixas temperaturas registadas no clima portuense, não poderemos ignorar a ocorrência de nevoeiros de radiação e de fundo de vale, predominante nestas áreas, bem como a existência de ventos húmidos do quadrante N (ainda que estes não sejam predominantes) contribuem para provocar uma sensação de frio considerável.

■ *Área de transição entre o litoral e o interior* **–** englobando a norte do concelho, o oriente de Aldoar (que exclui o contexto bioclimático específico do parque da cidade) e a freguesia de Ramalde, e a sul, o interior de Lordelo do Ouro e de Massarelos, bem como a área ocidental da freguesia de Cedofeita. Assim, alguns importantes eixos urbanos, tais como: a Avenida da Boavista, a Av. Antunes Guimarães, a Rua do Campo Alegre, a Rotunda da Boavista, a Avenida da Associação Empresarial do Porto, a Rua Monte dos Burgos e poderão contribuir para uma localização mais pormenorizada.

O segundo contexto bioclimático será ligeiramente menos húmido, onde as brisas marítimas se farão sentir com menor intensidade, ainda que a acção moderadora do mar continue a ser significativa. Ainda que nos dias quentes e secos de verão, a sensação de conforto seja ligeiramente inferior à da sub-área, este contexto poderá ser bastante favorável nos dias de verão onde as nortadas se fazem sentir com maior intensidade ou no Inverno, uma vez que, por um lado, continuam a beneficiar da acção moderadora do mar e, por outro lado, encontrar-se-ão um pouco mais resguardados das brisas marítimas.

Apesar das diferenças apontadas no interior da área ocidental da cidade, as respectivas condições de radiação solar contribuem para a perceber como um micro-contexto bastante distinto das verificadas na área oriental da cidade. Embora, no Verão, a cidade do Porto reúna condições homogéneas em termos de condições morfológicas favoráveis à maximização da radiação solar, uma vez que quase todas as áreas da cidade revelam valores na ordem dos 96-100 kcal/m2, no Inverno, tal não acontece.

Porto Oriental – a área oriental do concelho do Porto apresentará micro-contextos bioclimáticos mais diversificados do que aqueles que se verificaram no Porto Ocidental, com base numa análise às condições naturais. Uma leitura cruzada do estudo do comportamento climático face às condições naturais do terreno remete-nos para a identificação de quatro contextos bioclimáticos distintos, resultantes, da presença de um já referido relevo marginal que percorre o nordeste do concelho do Porto, da influência do Vale de Campanhã e do poder da artificialização de contextos micro-climáticos.

■ *Noroeste de Paranhos* – este contexto compreende quase toda a freguesia de Paranhos, à excepção do Sudeste que constitui uma faixa de transição para um contexto bioclimático fortemente exposto à influência dos ventos predominantes do quadrante SE, em resultado da presença de uma elevação de orientação NE-SW.

As condições naturais encontradas na área norte do oriente do concelho do Porto podem caracterizar-se, de um modo geral, por uma topografia pouco acidentada, com altitudes que oscilam entre os 90-120m e exposições morfológicas predominantes de norte e noroeste. Todavia, algumas pequenas manchas no território com declives superiores a 10º associados a estas exposições reduzem as possibilidades destas áreas em maximizar a radiação solar. Assim, algumas áreas na proximidade da Rua de Monsanto, Rua de Augusta Lessa, da Rua de S. Dinis, da Rua de Vale Formoso e Bairro S. João de Deus, são do ponto de vista morfológico pouco favoráveis aos ganhos solares no Inverno, rondando valores que não ultrapassam os 4-15 kcal/m2, segundo o método de OLGYAY (1998). Estas características naturais que não premeiam a obtenção da energia solar, quando expostas aos ventos do quadrante N e NW frios e húmidos de Inverno, que apesar de não constituírem o rumo predominante, não deixam de exercer uma forte sensação de frio intenso no Inverno, típico dos climas com influência Atlântica. Para além, das

situações de fraca exposição solar, por vezes, acompanhadas por uma elevada exposição aos ventos tornam estas áreas bastante desfavoráveis do ponto de vista bioclimático, sobretudo, se pensarmos que a acção moderadora do mar é um pouco mais reduzida do que no Porto Ocidental.

■ *Faixa constituída pelo Sudeste de Paranhos, Noroeste de Campanhã e Norte do Bonfim* – este contexto, em traços gerais poderá ser limitado a oeste, pela proximidade à Rua de Costa Cabral (inclusive), a sul pela latitude da Travesssa das Antas e a sudeste pela Rua de S. Roque da Lameira (inclusive). Nesta área geográfica encontramos alguns bairros de habitação social, entre os quais o Bairro de Contumil, o Bairro de S. Roque da Lameira e o Bairro do Ilhéu.

Esta faixa corresponde às vertentes do relevo marginal com declives superiores a 10º, com exposições dominantes de SE e onde é possível encontrar as altitudes superiores do concelho que chegam a atingir os 160 m na proximidade de Semide. A distância que separa estas vertentes do maciço ao mar contribui para reduzir o seu efeito moderador das temperaturas, o que juntamente com uma média-elevada exposição aos ventos de SE poderá criar um micro-contexto bioclimático específico. No Verão, estas áreas beneficiarão com menor intensidade da acção refrescante dos ventos húmidos de NW, uma vez que se encontram abrigadas. Em contrapartida, a significativa exposição aos ventos do quadrante SE destas áreas, normalmente associadas a massas de ar quentes e secas oriundas do norte de África ou do Interior da Europa, propiciará uma sensação de calor agravada pela ausência de um arrefecimento evaporativo. No Inverno, a acção moderadora do mar reduzida pela distância às massas de ar marítimas, poderá reforçar a intensidade do frio, provavelmente agudizado nos dias em que as massas de ar caracterizadas pela ausência de humidade e temperaturas muito reduzidas têm a sua proveniência do interior do continente europeu. À semelhança da leitura das condições naturais que explicam o contexto bioclimático da área norte (Paranhos), esta faixa, por motivos distintos, não será certamente favorável do ponto de vista bioclimático. Pelo facto de possivelmente representarem as áreas do concelho onde as amplitudes térmicas anuais serão superiores, estas áreas tornar-se-ão do ponto de vista do contexto bioclimático *outdoor* verdadeiramente desfavoráveis para indivíduos frágeis, vitimados pelo enfarte de miocárdio.

■ *Vale de Campanhã* – Este contexto poderá ser limitado, de grosso modo, a oeste pela longitude da estação de Campanhã, a norte pela Corujeira e a sul pelo Rio Douro. No seu território localiza-se um importante núcleo de habitação social, nomeadamente, o Bairro do Cerco, o Bairro do Falcão, o Bairro de S. Vicente de Paulo e o Bairro da Bela. O vale de Campanha correspondente às terras baixas que encontramos no extremo leste de Campanha inclui as margens onde correm dois rios, o Rio Tinto e o Rio Torto (ligeiramente a sudeste do primeiro). A margem direita do Rio Tinto ao apresentar declives ligeiramente superiores a 15º e exposições do quadrante sul contribui para rentabilizar os ganhos solares, no Inverno, correspondentes a valores na ordem dos 35-45 Kcal/m2. Todavia, estas áreas não assumem significado para explicar o contexto bioclimático que caracteriza o vale de Campanha. Na realidade, a presença de cursos de água à superfície contribui para elevar os níveis de humidade atmosférica destas áreas que associados às fracas condições naturais de exposição solar (valores que oscilam entre 4 a 20 kcal/m2) que se verifica nos terrenos, ligeiramente acidentados de exposições norte, que separam o Rio Tinto do Rio Torto, colaboram para classificar estes contextos como frios e húmidos, no Inverno. A sensação de desconforto térmico provocada pela escassez de calor pode mesmo agravar-se em resultado dos ventos frios do quadrante de SE predominantes nesta altura do ano, como também da presença de nevoeiros de fundo de vale que acontecem quando as massas de ar frio denso aí se depositam. Em oposição, no Verão, estas áreas poderão ser bastante confortáveis do ponto de vista térmico, já que gozam do arrefecimento do ar através da evaporação destas massas de água e da proximidade ao Rio Douro.

■ *O centro da cidade* – referentes às freguesias de Vitória, Sto. Ildefonso, Cedofeita Ocidental e sul do Bonfim. Este contexto poderá ser adequado para caracterizar quer o núcleo consolidado do tecido urbano onde encontramos as ruas centrais da cidade (a Rua de Santa Catarina, a Rua do Almada, a Praça dos Aliados, a Rua dos Clérigos, a Rua de Camões, a Rua de D. João IV, entre outras), quer a coroa imediatamente periférica a este núcleo (correspondente à Rua de Faria Guimarães, Rua da Constituição, Praça do Marquês, Rua de Santos Pousada, Avenida Fernão Magalhães, etc).

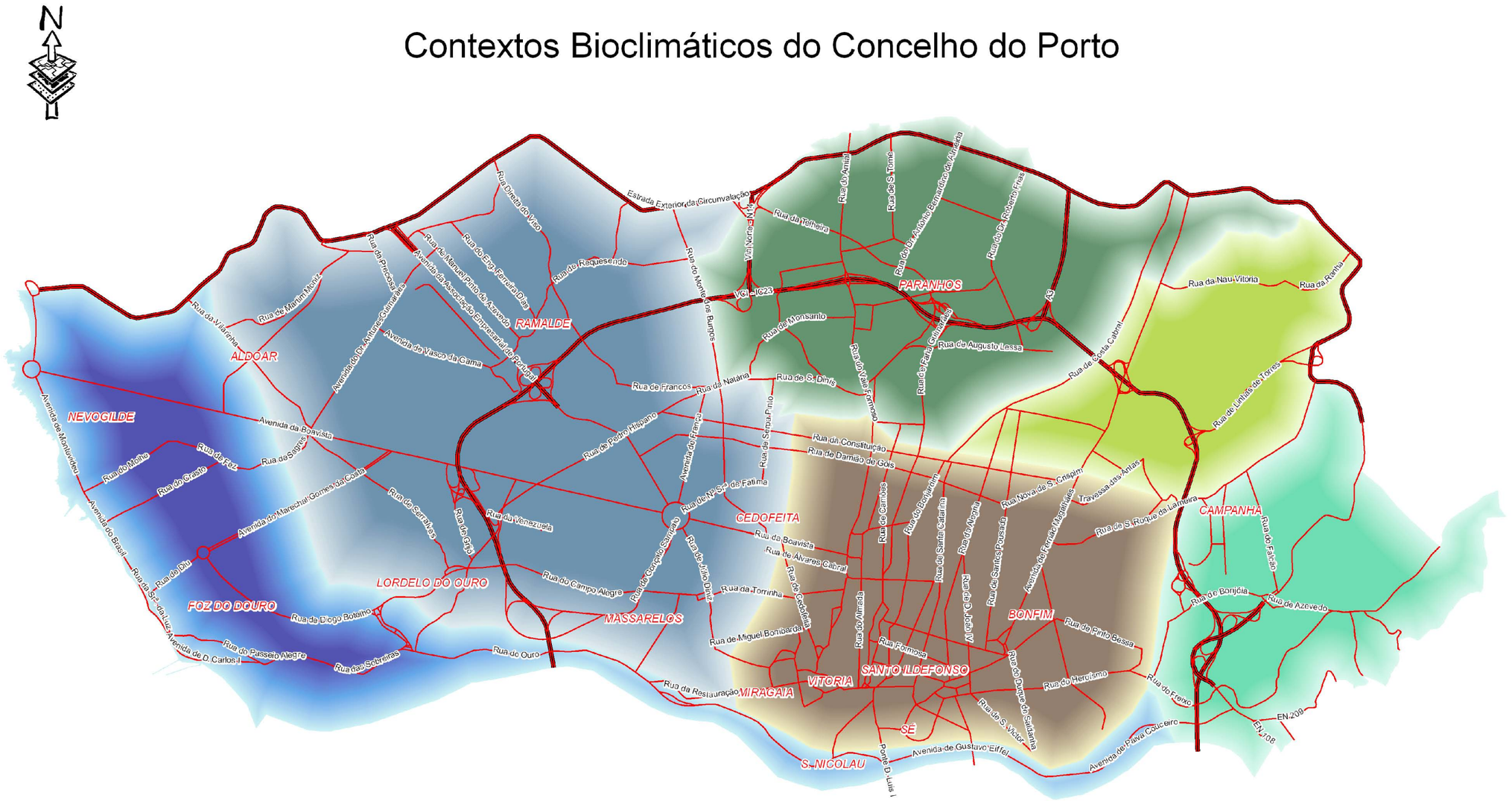
A morfologia destas áreas da cidade pode ser compreendida através da existência de uma elevação que atinge o seu topo a norte da cidade, em Paranhos, e que gradualmente, vai-se esbatendo suavemente em direcção a sul, com algumas excepções que atingem os 15º de declives, até encontrar as vertentes abruptas da margem norte do Rio Douro, na escarpa das Fontainhas. É nestas vertentes que encontramos os maiores ganhos solares (45-58 kcal/m2) da cidade, no Inverno, em resultado de declives pronunciados com exposição a sul. Todavia, o contexto bioclimático do núcleo histórico (à excepção da marginal ribeirinha) e do centro tradicional da cidade será influenciado, sobretudo, "pelo processo de urbanização que ao provocar mudanças radicais na natureza da superfície e nas propriedades da atmosfera, afecta, inequivocamente, as condições de funcionamento de cada uma destas componentes do subsistema climático" (MONTEIRO, 1997, p.206). Por um lado, nesta área geográfica encontramos o legado da construção de vários séculos de história, com uma morfologia urbana densa e tortuosa, caracterizada pela existência de uma concentração de ruas estreitas onde imperam elevados ângulos de obstrução à radiação solar que atribuem à cidade do Porto um aspecto sombrio. Por outro lado, a elevada afluência diária de automóveis e de indivíduos ao CBD associada à elevada concentração de actividades económicas contribuem para elevar os *inputs* energéticos da cidade. Não será por isso de estranhar que apesar dos ganhos de radiação solar neste contexto serem condicionados pela paisagem demasiadamente artificial que não aproveita as condições naturais[35], as temperaturas registadas na cidade (aproximadamente desde a Rua da Boavista até à Baixa) possam superar em cerca de 2,5º C, as registadas na envolvente, segundo MONTEIRO (1997, p.254).

No interior do centro da cidade, MONTEIRO (1999) distingue a existência de dois núcleos mais quentes, um deles que vai desde a Rua da Boavista até à Baixa, incluindo a Av. dos Aliados, a Pr. Republica e Rua da Boavista e, outro localizado entre o Marquês e S. Crispim. Estes núcleos resultam de entradas de energia enquanto reflexo do fenómeno de urbanização e, simultaneamente, de bloqueios nas saídas, em grande parte devido à circulação dificultada do movimento do ar[36], o que explica a designada «Ilha de Calor Urbano Portuense». Ora, as temperaturas superiores da cidade, a insuficiência de arejamento, a menor acção amenizadora do mar e do rio nestas áreas, criam contextos particularmente desfavoráveis, do ponto de vista bioclimático, no Verão. Durante o Inverno, a cidade mantém temperaturas mais elevadas do que a periferia o que atenua a sensação de frio passível de se sentir noutras áreas, particularmente, do oriente da cidade. O contributo térmico associado à presença de uma «Ilha de Secura» referida por MONTEIRO (1993) resultante de valores de humidade relativa inferiores no centro da cidade em relação aos restantes espaços urbanizados da cidade poderá ainda explicar a atenuação do desconforto térmico verificado no Inverno nesta área da cidade. A este propósito GANHO (2000, p.81) reconhece a importância dos contrastres higrotérmicos espaciais, enquanto variável complexa do clima urbano, com grande relevância nos efeitos bioclimáticos, atribuindo-lhe um peso inegável como variável interveniente no "mosaico espacial" da qualidade ambiental urbana.

[35] A este propósito GOUDIE *cit in* Monteiro (1997) apresenta ganhos inferiores em 30% de radiação ultravioleta, no Inverno, e inferiores a 5%, no Verão, comparativamente com os registados nas áreas periféricas.

36 Não será por acaso que GOUDIE cit in Monteiro (1997) aponta uma redução média anual entre 20 a 30% da velocidade do vento no meio urbano.

Contextos Bioclimáticos do Concelho do Porto



Legenda:

- Faixa Marítima e Ribeirinha
- Faixa de Transição entre Litoral e Interior
- Faixa de NW de Paranhos
- Faixa de SE de Paranhos, NW de Campanhã e N de Bonfim
- Vale de Campanhã
- Centro da Cidade

0 1 2 km

Fonte: Autor. Base cartográfica: Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998)

Carta 15 – Contextos bioclimáticos do concelho do Porto

6.3.5 Avaliação bioclimática das condições da habitação de doentes vítimas de enfarte de miocárdio

ETAPAS METODOLÓGICAS DA AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE EDIFICADO DA AMOSTRA EM ESTUDO

O presente ponto reside na aplicação da *última fase de análise bioclimática* que corresponde ao tipo de soluções adoptadas à escala do edificado e, respectiva envolvente, interferentes no conforto térmico *indoor*.

Se a análise bioclimática, fosse realizada a montante de uma intervenção e, tivesse como finalidade a *concepção da implementação de novos edifícios*, esta constituiria a fase da adopção de soluções que deveriam tomar em consideração as fases previamente estudadas.

Neste caso, a quarta fase de análise bioclimática é realizada a jusante da intervenção, uma vez que se trata de um *diagnóstico às condições de habitação da amostra de doentes* vítimas de enfarte de miocárdio, podendo ser alargada a outro tipo de situações sempre que se revele necessário.

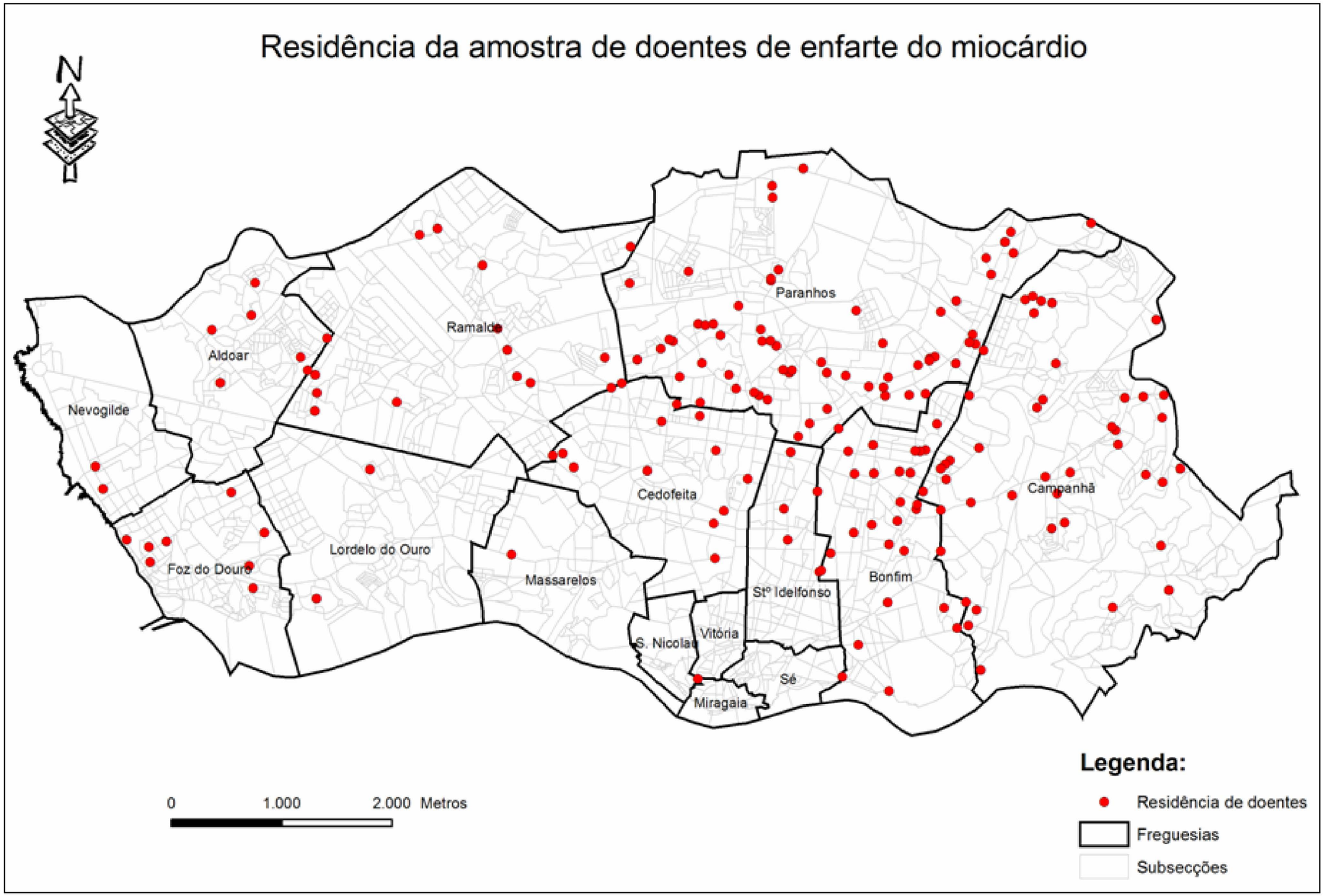
A cada etapa metodológica encontra-se associada uma actividade e, respectiva, acção, como pode ser percebido através do *quadro 19.*

Quadro 19 – Etapas metodológicas da avaliação das condições de edificado na prática bioclimática

Actividade	Acção
1ª etapa: **Localização da amostra** de doentes vítimas de enfarte de miocárdio	**Carta de localização da amostra** de doentes vítimas de enfarte de miocárdio
2ª etapa: **Levantamento da informação** das condições de edificado da amostra	**Ficha de recenseamento** das condições urbanísticas e de edificado da residência da amostra
3ª etapa: **Classificação dos indicadores** da grelha de recenseamento	**Grelha de classificação das condições de edificado** para os ganhos solares, humidade e ventilação
4ª etapa: **Justificação da gradação** atribuída a cada indicador	**Síntese bibliográfica** justificativa da gradação atribuída a cada indicador
5ª etapa: **Resultados**	**Identificação de residências provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico,** no Verão e no Inverno
6ª etapa: **Recomendações**	**Carta de residências propostas para monitorização térmica *indoor*** da habitação da amostra em estudo

1ª etapa: Localização da amostra de doentes vítimas de enfarte de miocárdio

A primeira etapa a incluir num processo metodológico de avaliação das condições urbanísticas e de edificado será, obviamente, responder à questão: Onde? Para tal, através da existência de uma base de dados com as moradas de residência de pessoas vítimas de enfarte de miocárdio, foi possível realizar a sua localização (carta 16), actividade fundamental para a execução da etapa seguinte.



Fonte: Autor, c/ base na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 16 - Residência da amostra de doentes de enfarte do miocárdio

2ª etapa: Levantamento da informação urbanística e de edificado da amostra

A recolha de informação relativa a parâmetros de edificado da amostra em estudo exigiu um levantamento de uma série de indicadores *"in loco",* através da observação directa, auxiliada pela carta de planimétrica[37] da cidade do Porto, à escala 1/1000**.**

O trabalho de campo implicou a preparação prévia de uma *grelha de recenseamento*, onde constassem indicadores capazes de avaliar de modo qualitativo as condições relativas a pormenores da arquitectura da habitação, aos materiais de construção utilizados, bem como aos aspectos envolventes influentes nas condições térmicas consideradas, nomeadamente, ganhos solares, condições de ventilação e níveis de humidade específica (*fig. 85*).

Todos os aspectos identificados na grelha de recenseamento, por sua vez, envolveram leituras vastas – ver fig. nº 55 **-** sobre a importância que cada um desses indicadores poderia desempenhar no conforto térmico *indoor.*[38]

Assim, os aspectos considerados pertinentes num levantamento de campo relativos à *arquitectura do edifício* destacam-se como sendo: a orientação da fachada principal mais envidraçada (considerando 8 pontos cardeais: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW); o número máximo de pisos do edifício que permitiu deduzir a altura do edifício através da sua multiplicação pela altura aproximada do pé direito do edifício; a tipologia de habitação, podendo esta variar entre apartamento, casa geminada, casa em banda e casa destacada.

Das particularidades tomadas em apreciação relativas ao comportamento termodinâmico dos *materiais de construção* são de referir: a massa térmica dos edifícios através da diferenciação entre habitações construídas em pedra, em betão ou cimento ou características de mistura; a cor das coberturas o que exigiu a adopção de outras fontes sempre que em trabalho de campo esse aspecto não fosse reconhecido, nomeadamente, o recurso a fotografia aérea com as habitações devidamente identificadas; a cor das paredes; a idade aproximada do edifício auxiliada pela confirmação de transeuntes e proprietários; o estado de conservação podendo distinguir-se classes correspondentes a: muito degradado (edifício sem cor, rachadelas nas paredes, telhas partidas, estores degradados, janelas "desprotegidas"), necessidade de reparação elevada, média, pequena e sem necessidade de reparação (o edifício não apresenta qualquer tipo de deterioração).

Nesta fase do trabalho contemplamos também alguns aspectos que do ponto de vista da envolvente poderiam constituir obstáculos aos ganhos solares e à circulação do vento ou mesmo um reforço para elevar níveis de humidade específica na proximidade do edifício considerado. Deste modo, identificou-se a presença ou ausência de vegetação, a respectiva densidade, altura média, tipo de folha (caduca, perene ou mista), enquanto aspecto da envolvente. Ainda em relação aos aspectos da envolvente do edifício, considerou-se a altura do edifício em frente ao edifício em estudo (enquanto indicador passível de ser integrado no cálculo do nível de obstrução solar) e a largura da rua através da medição da distância (através da planimetria da cidade, em ambiente SIG) que separa os edifícios de ambos os lados de rua. Com base nestes dois indicadores foi possível calcular o ângulo de obstrução dado pela fórmula – (ARCTG H/D) - já apresentada ao longo do presente trabalho.

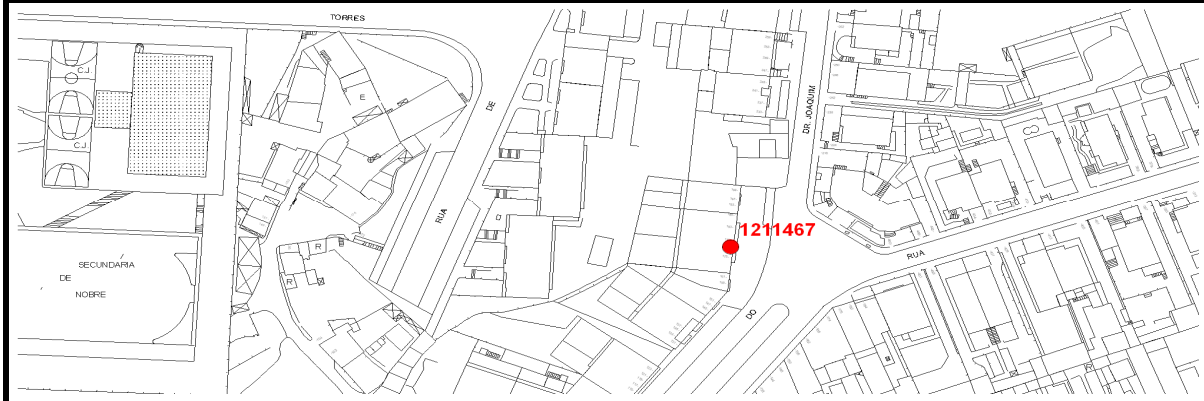
É de ressalvar que apesar de nesta etapa a actividade consistir no levantamento da informação a diferentes escalas, a consideração do sítio não é, obviamente, integrada na grelha de recenseamento, uma vez que o conhecimento coincidente com essa escala de análise exige outro tipo de fonte, nomeadamente, a cartográfica.

37 A escolha da carta planimétrica residiu no facto desta apresentar todo o edificado da cidade do Porto, facilitando o processo de localização das habitações da amostra, bem como a possibilidade de conhecer distância entre edifícios.

38 É de destacar que os aspectos considerados pertinentes na avaliação do conforto indoor e outdoor diferem entre si, como já foi referido na fig. nº 55.

EXEMPLO DA GRELHA DE RECENSEAMENTO

Código:	Morada:
1211467	Rua Joaquim Pires de Lima 179, 1 c



ARQUITECTURA EDIFÍCIO

Orient. fachada + envidraçada	N	NE	NW	E	SE	SW	S	W

N º pisos edifício em estudo	

Tipologia de habitação	M.D.	C.G.	C.B.	A.P.

MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Massa térmica	Pedra		Cim./Bet./Ped.			Cimento/ Pedra		

Cor cobertura	T. Branca	T. Vermelha	T. Cinzenta	T. Preta

Cor paredes	

Idade edifício	> 55	45-55	35-45	25-35	15-25	5-15	< 5

Estado de Conservação				
Muito degradado	Necessidade de Reparação			
	Elevada	Média	Peq.	Sem

OBSTRUÇÕES

Densidade da vegetação	S/ árvores	< 6 árv.	> 6 árv.

Tipo de folha	S/ árvores	Caduca	Perene	Mista

Altura média da vegetação	

N º pisos edifício em frente	

Largura da rua	

Cálculo ângulo obstrução solar	

Figura 85 – Ficha de recenseamento para avaliação das condições de edificado na prática bioclimática

3 ª etapa: Classificação dos indicadores da grelha de recenseamento

A terceira etapa a executar consistiu na *atribuição de um valor qualitativo a cada indicador* apresentado, fazendo-o variar de modo crescente, em função das possibilidades de ganhos solares, de condições de ventilação ou de níveis de humidade. Assim, por exemplo, a um edifício cuja fachada mais envidraçada apresenta uma orientação Norte será atribuído o valor (1) mais reduzido em termos de capacidade de ganhos solares. A atribuição desta classificação procurou sempre reflectir os diversos contributos teóricos. Importa acrescentar que tal exercício foi concretizado quer para as condições de Inverno, quer para as condições de Verão.

Os *quadros 20,21 e 22* apresentam uma lista de indicadores reunidos em grandes grupos, os quais apelidamos de *factores*, podendo ser relativos à arquitectura do edifício, ao material de construção e às condições da envolvente. Embora os indicadores sejam os mesmos, ainda que não sejam todos considerados na totalidade, a sua individualidade reside no facto de cada um caracterizar o impacte de cada indicador relativo a um elemento climático, designadamente, condições de ganhos solares, potenciação de humidade e adequabilidade aos ventos predominantes das estações do ano extremas.

É ainda de sublinhar que cada indicador considerado foi sujeito à atribuição de um valor compreendido entre um intervalo de [1-5], no sentido de não se reforçar a importância de uns indicadores em relação a outros. Todavia, a importância dos diferentes estudos, bem como da actual regulamentação de eficiência energética dos edifícios leva-nos a crer que alguns destes indicadores, nomeadamente, a orientação possuem uma importância acrescida em relação aos demais. Porém, a ausência de estudos comprovativos em confirmar tal facto, incita-nos a sugerir experimentações climáticas *indoor* que sejam capazes de deduzir uma ponderação válida para cada indicador, sendo para isso necessária uma comparação de situações de edificado díspar, inseridas em contextos geográficos diversificados.

Quadro 20 – Classificação das condições de edificado favoráveis aos ganhos solares

F1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO

Orientação da fachada (+) envidraçada do edifício *(a)*	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
	1,9	2,0	2,0	4,9	4,4	5,0	4,3	4,8

Orientação da fachada (+) envidraçada do edif. (b)	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
	1,1	1,1	1,1	2,9	2,5	4,6	3,9	5,0

Pares de fachadas (+) envidraçadas do edif. (a)	N-S	NW-SE	NE-SW	W-E
	3,6	3,4	3,7	5,0

Pares de fachadas (+) envidraçadas do edif. (a)	N-S	NW-SE	NE-SW	W-E
	5,0	4,1	4,5	4,0

Altura do edifício (m)	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	24,3	27,0	29,7	32,4	35,1	37,7	40,4	43,1	45,8	48,5
	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0

Tipologia de Habitação	Moradia Dest.	Casa geminada	Casa em banda	Apartamento
	(a) 5	(a)3,8	(a)2,5	(a)1,3
	(b) 1,3	(b)2,5	(b)3,8	(b)5

F2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO

Cor das paredes	Branco	Creme	Rosa	Amarelo	Bege	Cinzento	Verde	Vermelho	Azul	Preto
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5

Cor das coberturas	Branca	Vermelha	Cinzenta	Preta
	1,3	2,5	3,8	5,0

Massa térmica	Pedra	Cim./betão/pedra	Cimento/betão
	1,7	3,3	5

Idade do edifício	> 55 anos	45-55 anos	35-45 anos	25-35 anos	15-25 anos	5-15 anos	< 5anos
	0,7	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,0

F 3 - ENVOLVENTE

Densidade da vegetação	> 6 árvores	< 6 árvores	Sem árvores
	1,7	3,3	5

Tipo de folha	Sem árv.	Perene	Mista	Caduca
	5 (a)	3,8	2,5	1,3

Tipo de folha	Sem árv.	Caduca	Mista	Perene
	5 (b)	5	3,3	1,7

Altura da vegetação	Sem árv.	0-1m	1-2m	2-3m	3-5m	5-8m	> 8m
	5	4,3	3,6	2,9	2,1	1,4	0,7

Ângulo obstrução da fachada mais envidraçada do edifício (a)	Sem relevo		
	d < 1,5 h	d = 1,5 h	d > 1,5 h
	1,7	3,3	5,0

Ângulo obstrução da fachada mais envidraçada do edifício	Sem relevo	
	d< 2h	d= 2h
	0,0	5,0

a) Valores atribuídos atendendo ao comportamento dos indicadores durante o Verão b) *idem* , durante o Inverno

Quadro 21 - Classificação das condições de edificado potenciadoras de humidade

F1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO

Orientação da fachada mais envidraçada do edifício (a)	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
	4,2	5,0	3,3	3,5	3,1	1,8	3,3	3,0

Orient. fachada (+) envidraçada do edif.(b)	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
	3,6	5,0	3,6	3,6	3,4	4,3	2,4	3,5

Pares de fachadas (+) envidraçadas do edif. (a)	N-S	NW-SE	NE-SW	W-E
	4,4	5	3,2	4,0

Pares fachadas (+) envidraçadas do edif. (b)	N-S	NW-SE	NE-SW	W-E
	4,5	4,7	5,0	4,5

Altura do edifício (m)	48,5	45,8	43,1	40,4	37,7	35,1	32,4	29,7	27,0	24,3	21,6	18,9	16,2	13,5	10,8	8,1	5,4	2,7
	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0

F2 - MATERIAL DE CONSTRUÇAO

Idade do edifício	< 5 anos	5-15 anos	15-25 anos	25-35 anos	35-45 anos	45-55 anos	> 55 anos
	0,7	1,4	2,1	2,9	3,6	4,3	5,0

Estado de conservação	Sem nec. Rep.	Peq. nec. Rep.	Média nec. Rep.	Gd nec. Repar.	Muito degradado
	1	2	3	4	5

F3 - ENVOLVENTE

Densidade da vegetação	Sem árvores	< 6 árvores	> 6 árvores
	0	2,5	5

Tipo de folha (a)	Sem árv.	Perene	Mista	Caduca
	0,0	1,7	3,3	5,0

Tipo de folha (b)	Sem árv.	Caduca	Mista	Perene
	0,0	0,0	2,5	5,0

Altura da vegetação	Sem árv.	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-5 m	5-8 m	> 8m
	0	0,8	1,7	2,5	3,3	4,2	5

Ângulo obstrução da fachada mais envidraçada do edifício	Sem relevo		
	d > 1,5 h	d = 1,5 h	d < 1,5 h
	1,7	3,3	5,0

Ângulo obstrução da fachada mais envidraçada do edifício	Sem relevo	
	d< 2h	d= 2h
	5,0	0,0

a) Valores atribuídos atendendo ao comportamento dos indicadores durante o Verão b) *idem* , durante o Inverno

Quadro 22 - Classificação das condições de edificado favoráveis aos ventos predominantes

F1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO

Orientação da fachada (+) envidraçada do edifício	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
	3,8	5	2,5	3,8	3,8	2,5	1,3	3,8

Orientação da fach. (+) envidraçada do edif. (b)	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
	3,8	1,3	2,5	3,8	3,8	2,5	5	3,8

Pares de fachadas (+) envidraçadas do edif. (a)	N-S	NW-SE	NE-SW	W-E
	5,0	4,1	3,3	5,0

Pares de fachadas (+) envidraçadas do edif. (a)	N-S	NW-SE	NE-SW	W-E
	5	4,1	3,3	5,0

Altura do edifício (m)	2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	24,3	27,0	29,7	32,4	35,1	37,7	40,4	43,1	45,8	48,5
	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0

Tipologia de Habitação	Apartamento	Casa em banda	Casa geminada	Moradia destac.
	1,3	2,5	3,8	5

F4 - ENVOLVENTE

Densidade da vegetação	> 6 árvores	< 6 árvores	Sem árvores
	1,7	3,3	5

Tipo de folha	Sem árv.	Perene	Mista	Caduca
	5,0	3,8	2,5	1,3

Tipo de folha	Sem árv.	Perene	Mista	Caduca
	5,0	1,7	3,3	5,0

Altura da vegetação	Sem árv.	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-5 m	5-8 m	> 8m
	5	4,3	3,6	2,9	2,1	1,4	0,7

a) Valores atribuídos atendendo ao comportamento dos indicadores durante o Verão b) *idem* , durante o Inverno

4 ª etapa: Justificação da gradação atribuída a cada indicador

A quarta etapa metodológica da avaliação das condições de edificado da amostra em estudo requereu uma síntese bibliográfica que pudesse justificar a escolha e os motivos subjacentes à gradação atribuída a cada indicador (*quadros 23, 24, 25*).

Quadro 23 – Justificação da gradação atribuída aos ganhos solares

Orientação da fachada mais envidraçada do edifício	No que concerne à radiação solar, CUADRAT (2000) aponta a latitude, a orientação, o tempo de exposição e o ângulo de inclinação dos raios solares como os factores responsáveis por diferentes contributos de radiação solar num determinado contexto geográfico. Ora, quer a latitude e a orientação constituem variáveis já consideradas na análise do sítio, sendo por isso, necessário considerar a importância da inclinação dos raios solares que para cada orientação de um determinado edifício dependerá da estação do ano, bem como o tempo de exposição que dependerá do número de horas que o sol irradiará cada superfície vertical exposta a uma determinada orientação. Antes de mais, torna-se necessário, a distinção entre o que se verifica no Verão e no Inverno. Consideremos em primeiro lugar, o retrato dos ganhos térmicos no Verão. Um estudo realizado em Espanha, por HIGUERAS (1997) apresentou uma graduação do número de horas ocorridas numa cidade aproximadamente a 41º N, no Verão, que justificam a ponderação atribuída ao factor "Tempo de Exposição Solar". Os resultados revelam que o tempo máximo corresponde às orientações oeste e este, enquanto o tempo mínimo à orientação NW e NE. Um outro estudo a cargo de GONÇALVES et. al. (2001), apresenta as diferenças de inclinação da radiação solar em relação aos planos verticais de cada fachada de um edifício. Segundo este estudo, no Verão, as fachadas W e E são aquelas que captam maiores ganhos solares devido à perpendicularidade dos raios, contrariamente ao esperado em relação à orientação sul cujo ângulo demasiado elevado acaba por não rentabilizar a absorção solar. No que diz respeito à transferência de calor através de condução, poderemos afirmar que as fachadas que acumularão mais calor encontrar-se-ão dependentes do momento do dia em que o sol incidirá sobre elas. Assim, as fachadas SW expostas ao sol durante o pico máximo de temperatura durante um dia de verão, após o meio-dia solar, serão as que acumularão mais calor por condução (a classificação das diferenças de temperatura ocorridas durante um dia basearam-se nos registos do IGUP). A síntese dos factores referidos (tempo de exposição, ângulo de incidência solar em relação à fachada e acumulação de calor atendendo ao momento do dia resultou em máximos térmicos correspondentes às fachadas W e SW, em oposição, às fachadas N, NW e NE. As diferenças registadas entre as duas estações de características extremas serão marcadas pelo movimento de translação da terra. Assim, a aplicação dos mesmos critérios, no Inverno, resultou em ganhos máximos correspondentes à orientação sul (que coincide com maior perpendicularidade dos raios solares, com maior número de horas de exposição solar, bem como com o meio-dia solar) – *ver apêndice A.*
Altura do edifício (m)	À medida que aumenta a altura em relação ao solo corresponderão ganhos solares também superiores, ou sejam quanto mais distante um determinado pavimento se encontrar do solo maiores serão os seus ganhos solares provenientes da radiação solar.Um estudo realizado por MATZARAKIS cit in WHO (2003), em que compara as diferenças de temperatura entre um primeiro piso e um terceiro piso de um edifício, observa temperaturas mais elevadas no 3º andar em relação ao 1º. Um dos possíveis motivos poderá residir num maior acesso dos ganhos solares, em virtude, de uma menor obstrução solar.
Tipologia de Habitação	GIVONI (1998) afirma que "quando o plano do edifício se encontra exposto ao exterior, a maior área da superfície das paredes causa um superior ganho ou perda". Assim, quanto maior o número de fachadas existentes num edifício superiores serão os ganhos ou as perdas solares. No Verão, as moradias isoladas conquistarão ganhos térmicos superiores quando comparadas com as restantes tipologias de habitação, em oposição, ao que possivelmente se verificará no Inverno. Isto porque a uma superior área exposta encontra-se associada uma transmissão de calor que "ocorre quando na diferença de temperatura entre interior e exterior, o sentido de fluxo será sempre da superfície mais quente para a mais fria" (ADRIAZOLA, 2002, p.19). A distinção entre as diferentes tipologias baseia-se no facto de um estudo realizado pela COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS (2001), admitir que as perdas são menores nos apartamentos, seguidos das casas geminadas e, posteriormente, das casas em banda, sendo as casas destacadas as que assumirão maiores perdas.
Cor das paredes	A cor das paredes intervém na reflexão da luz, influenciando a sua temperatura superficial, aumentando ou obstando a acumulação de calor no edifício, segundo UGARTE (s/d). A este propósito, CASTRO et all. (2003), referem que "a cor da pintura externa possui um efeito significativo no ganho de calor da edificação". BARROSO-KRAUSE et al. (2005), acrescentam ainda que "a percentagem de reflexão de qualquer cor é medida em relação à cor branca sendo nesta que se verifica o máximo de reflexão solar" e, consequentemente, o valor de absorção solar diminuto.
Cor das coberturas	GIVONI (1998, p.79), citando um estudo que visava compreender o efeito da cor das coberturas na temperatura interior do edifício, realizado em Israel, referiu "que com um máximo de temperatura exterior de cerca de 19º C (...), a temperatura do interior era cerca de 1ºC inferior à temperatura do exterior. Em contrapartida, um telhado de cor cinzenta apresentava uma temperatura máxima exterior de 27,5º C (...) e um máximo de temperatura interior de 32º C, superior em cerca de 4,5º C ao máximo da temperatura exterior".

Massa térmica	(…) "a construção em alvenaria tem boas qualidades de inércia térmica (…). Os tijolos de argila, os blocos de betão e a taipa são exemplos deste género de construção". (COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2001).
Idade do edifício	HIPÓLITO SOUSA (1996), *cit in* MENDONÇA (2005) refere que "a habitação em Portugal passa a utilizar nos anos 50 paredes duplas de tijolo furado no interior e pedra ou tuijolo maciço no exterior mas sem isolamento na caixa-de-ar. Nos anos 60, as paredes duplas passaram a ser totalmente de tijolo, com o tijolo de maior espessura no exterior. Nos anos 70 a qualidade regrediu e os panos passaram a ser ambos de reduzida ou média espessura (...) Apenas nos anos 80 se voltou a utilizar paredes duplas com alguma qualidade, nomeadamente, utilizando panos de maior espessura no exterior e materiais isolantes térmicos na caixa-de-ar". Deste modo, considerou-se que a idade de um determinado edifício poderia constituir um indicador das suas condições de acumulação de calor em resultado de um investimento em matéria de isolamentos que ao longo do tempo, de um modo gradual, se foi fazendo sentir. Assim, aos edifícios mais recentes corresponderão as melhores possibilidades de evitar perdas de calor.
Densidade da vegetação	Dependendo da sua densidade, as árvores permitem a realização de abrigos aos raios solares, constituindo verdadeiras barreiras entre os raios ultravioletas e os corpos sobre os quais eles incidem. Ora, se um edifício apresentar uma sombra significativa na sua envolvente, a temperatura nesse contexto tenderá a reduzir em consequência da temperatura à sombra ser sempre inferior à temperatura média radiante, evitando o aquecimento do edifício por condução.
Tipo de folha	O tipo de espécies presentes na proximidade de um edifício poderá resultar em duas situações possíveis na sua relação enquanto obstáculo à radiação solar que o alcança. Neste contexto HIGUERAS (1997) acrescenta "que as espécies de folha caduca permitem a radiação invernal e dificultam a de verão".
Altura da vegetação	Segundo AMORIM (1998) a altura da vegetação deverá ser outro dos aspectos a ser analisados na relação entre presença de vegetação e edifício, uma vez que se for superior ao edifício poderá contribuir para reduzir os efeitos da radiação solar na sua cobertura.
Ângulo obstrução da fachada mais envidraçada do edifício	HIGUERAS (2006) defende uma relação geométrica capaz de permitir a radiação solar nos pisos inferiores, propondo uma largura da rua igual a 1,5 vezes a altura máxima do edifício (D=1,5H) em locais sem relevo. Assim, quanto maior a largura de uma rua em relação à altura máxima de um determinado edifício superiores serão os seus ganhos solares, uma vez que a massa edificada sofrerá menores obstruções resultantes de outros edifícios. A este propósito, MONTEIRO (1997. p.208) afirma que "a chegada de radiação solar directa até ao nível do solo fica, parcialmente impedida, tanto mais quanto maior for o ratio altura do edifício/ espaço entre edifícios."

Quadro 24 – Justificação da gradação atribuída aos valores de humidade

Orientação da fachada mais envidraçada do edifício	As fachadas com maiores probabilidades de reduzir os níveis de humidade relativa no interior de um edifício corresponderão às orientações onde as temperaturas tenderão a ser superiores, por um lado. Se a humidade relativa pressupõe uma relação entre quantidade de vapor de água existente num determinado volume de ar e, respectiva temperatura, nomeadamente, de relação inversa, poder-se-á adivinhar que temperaturas superiores corresponderão a níveis de humidade relativa mais reduzidos. Por outro lado, outro aspecto a considerar na influência da orientação nos níveis de humidade, encontra-se dependente da exposição da fachada aos ventos húmidos predominantes que no caso do clima portuense tratam-se de ventos WNW, sobretudo, no Verão – *ver apêndice B.*
Altura do edifício (m)	A altura do edifício revelará uma relação inversa à da humidade relativa. Se os pisos mais elevados são alvo de maior incidência solar e, normalmente, de menores obstruções, então serão alvo de maiores ganhos solares. Por consequência, as alturas superiores corresponderão, portanto, a valores menores de humidade relativa no interior do edifício.
Idade do edifício	Em Portugal, nos últimos 50 anos as alvenarias exteriores dos edifícios evoluíram de parede simples de tijolo e de pedra até às recentes paredes duplas incorporando vários componentes, por exemplo: o isolamento, as barreiras para vapor, a ventilação da caixa-de-ar, o escoamento da água e a correcção da ponte térmica (MELO, 2002). Ora, parecem não restar dúvidas que a idade poderá constituir um indicador da qualidade dos materiais utilizados na construção na defesa de níveis aceitáveis de humidade no edifício, por um lado. Por outro lado, atendendo à alteração gradual que muitos destes materiais sofreram "certos tipos de isolamento podem degradar-se com o tempo" (EUROPEAN COMISSION et all., 2001, p.90) parece lógico deduzir o contributo do factor idade.
Estado de conservação	O estado de conservação poderá constituir um importante indicador da ocorrência de humidade no edifício, "esta manifesta-se sob diversas formas, nomeadamente: humidade provocada pelo efeito de precipitação, por infiltrações na cobertura ou ligações mal vedadas e humidade proveniente do terreno. A humidade é responsável por diversas deteriorações dos materiais, nomeadamente, das pedras das paredes, dos rebocos e dos materiais" (LUSO et. all., 2004, p.4-12).

Densidade da vegetação	Segundo AMORIM (1998, p.53), "Quanto maior a densidade de vegetação presente na proximidade de um edifício (…) maior será também a humidade."
Tipo de folha	A quantidade de libertação de água para a atmosfera, por parte das plantas, depende da espécie vegetal e, das respectivas, folhas. Por exemplo na estação Invernal, nas latitudes médias, as árvores de folha caduca perdem as folhas, resultando numa transpiração quase ou mesmo nula. No Verão estas espécies são responsáveis por uma libertação de totais de evaporação significativos para a atmosfera, uma vez que se tratam de espécies com fortes necessidades de consumo de água. Em oposição, espécies de folha perene armazenam menores quantitativos de água, libertando menor vapor de água.
Altura da vegetação	A altura da vegetação é tida como um variável explicativa dos níveis de humidade relativa passível de ser compreendida através do efeito da sua sombra. Quanto maior a capacidade de sombra, mais reduzidos serão os níveis de radiação solar incidentes no edifício, aumentando, consequentemente, o valor da humidade relativa.
Ângulo obstrução da fachada mais envidraçada do edifício	Atendendo ao facto da humidade relativa existente num determinado edifício se encontrar dependente dos ganhos térmicos obtidos, sendo esta relação inversa, poder-se-á deduzir que as obstruções à radiação solar incidente ao contribuírem para uma amenização da temperatura, poderão acarretar um aumento da humidade relativa.

Quadro 25 – Justificação da gradação atribuída às condições de ventilação

Orientação da fachada mais envidraçada do edifício	Segungo GIVONI (1998), a posição preferencial com vista a optimizar as condições de ventilação de um edifício face à rua é a oblíqua podendo o seu ângulo oscilar entre os 30º e 60º, permitindo um melhor acesso a um nível rasteiro no interior da vizinhança. Os edifícios orientados perpendicularmente em relação ao vento predominante podem ser alvo do efeito de esteira o que poderá resultar num potencial de ventilação muito pobre. Os edifícios orientados de forma paralela relativamente ao vento predominante podem ser expostos à mesma pressão em ambos os lados, um factor que também poderá reduzir a ventilação natural dos edifícios, segundo o mesmo autor. O estudo da ventilação de um edifício em relação ao vento predominante do vento implica conhecer o respectivo rumo que caracteriza as diferentes estações do ano. No caso do Porto, os ventos de Verão são os que sopram de WNW e os de Inverno os provenientes de ESE. Os edifícios orientados obliquamente a estas orientações serão os mais ventilados, em oposição, à relação perpendicular e paralela devido ao efeito de esteira e de canalização, respectivamente. Assim, por exemplo, em Maracaibo, a orientação preferencial de um edifício é de norte-sul, para captar as brisas predominantes de noroeste, segundo GONZALEZ et. all. (1986). É de assinalar, contudo, que os edifícios com somente uma fachada envidraçada exposta a NW serão os que reunirão maior exposição em relação ao vento do quadrante NW e, o mesmo sucederá com os edifícios que reúnam uma só fachada envidraçada principal em relação aos ventos do quadrante SE de Inverno – *ver apêndice C.*
Altura do edifício (m)	As diferenças de altura entre edifícios podem constituir um indicador importante a ser considerado ao nível da sua capacidade de ventilação. Aos edifícos térreos corresponderá uma maior possibilidade de encontrar obstáculos superiores à circulação do ar que chega até si, sendo, portanto, os mais susceptíveis de sofrerem de uma ventilação deficiente. GONZALEZ et. all. (1986), compararam os efeitos da ventilação na proximidade de dois edifícios, um como 8 pisos e outro com 2, perante duas situações distintas de disposição entre ambos em relação à direcção predominante dos ventos. Assim, foi possível compreender a insuficiente ventilação do edifício mais reduzido quando o superior se localizava de frente à direcção predominante do vento. Tal situação permite compreender que a altura pode constituir um indicador de maior exposição. Por outro lado, o aquecimento à superfície originará movimentos convectivos ascendentes propiciando uma subida do ar, favorecendo a ventilação nos pisos mais elevados. Os edifícios particularmente elevados podem criar turbulências, bem como velocidades do vento elevadas, segundo EUROPEAN COMISSION et all. (2001). Outro estudo refere que "uma casa alta é sempre mais exposta do que uma casa baixa" (LANHAM & all., 2004).
Tipologia de Habitação	A cada tipologia de habitação representada através de moradias isoladas, geminadas, em banda e de apartamentos encontra-se associado um número de fachadas. Ao maior número de fachadas, corresponderá um maior número de aberturas passíveis de propiciar uma maior ou menor ventilação do edifício. Assim, valores máximos são atribuídos às moradias isoladas e valores mínimos aos apartamentos. Isto porque uma ventilação superior implica uma ventilação cruzada, ou em caso de uma ventilação na totalidade da habitação, uma mudança de direcção. Ora, uma fachada única, situação comum à maioria dos edifícios em estudo, a ventilação é empobrecida sendo aconselhada nestes casos a orientação oblíqua em relação ao vento.
Densidade da vegetação	Um estudo realizado nos EUA revela que filas de árvores têm a capacidade de criar protecções de, aproximadamente 15 vezes a altura da construção que rodeiam, assim como reduzir em 50% a velocidade do vento nas casas protegidas desta maneira, segundo AMORIM (1998), citando FICTCH (1980). Ora, quanto maior a densidade de vegetação na envolvente de um

	determinado edifício, maiores serão as probabilidades de oferecer-lhe uma protecção crescente.
Tipo de folha	HIGUERAS (1997) refere que as espécies de foha perene como, por exemplo, o Abeto, o Álamo Negro, o Cedro, o Eucalipto, entre outras são preferíveis quando a função de protecção ao vento é uma necessidade que se estende a todo o ano. Também TOJO (1990) refere a importância das árvores de folha perene enquanto protecção ao vento, acrescentando que as barreiras vegetais podem chegar a conseguir reduções até cerca de 50% da velocidade do vento até a uma distância de 13 vezes a sua altura. A resistência deste tipo de folha pode ser percebida ainda através do facto de serem capazes de reduzir numa frequência de 1000 herzios, 17 dB por cada 100 metros lineares de vegetação, enquanto que as árvores de folha caduca só o conseguem reduzir em 9dB (HIGUERAS, 1997).
Altura da vegetação	Partindo do pressuposto que a vegetação constitui uma barreira ao vento, a relação estabelecida entre a altura de uma árvore relativamente ao edifício poderá resultar em níveis de protecção. Quanto maior um porte de uma determinada árvore, melhor será a sua amplitude de resistência ao vento.

5ª etapa: Resultados

Justificados os indicadores utilizados e a sua gradação qualitativa, procedeu-se à transformação da informação recolhida no campo através da ficha de recenseamento em valores de acordo com a etapa anterior. O mesmo exercício foi realizado, à semelhança das fases anteriores, para a caracterização das condições de edificado relativas aos potenciais *ganhos solares*, *níveis de humidade* e de *ventilação (quadro 26)*. Nesta fase é aconselhada uma consulta aos *apêndices E-J para informações mais detalhadas.*

A primeira coluna da presente grelha de classificação corresponde aos códigos que constituem os elementos identificadores de cada habitação da amostra. Na realidade, estes códigos são os mesmos que servem para identificar a ficha clínica de cada doente de enfarte de miocárdio, por parte do Hospital de São João.

As colunas intermédias dizem respeito aos diversos factores analisados – arquitectura do edifício, material de construção, envolvente, já enunciados.

A última coluna é sempre referente aos resultados obtidos para cada código, resultantes do somatório dos diversos factores. Todavia, apesar do "factor sítio" (F1), também podendo ser designado por contexto geográfico, aparecer com valores discriminatórios, estes valores não são integrados no somatório final, servindo somente como um suporte auxiliar de consulta. A sua não integração deve-se ao facto de se considerar pertinente a comparação distinta de resultados entre duas escalas de análise, o que permite estabelecer diferenciações das condições da habitação, atendendo aos diferentes contextos geográficos onde estas se encontram inseridas.

Os valores resultantes do somatório de indicadores relativos aos factores de arquitectura, material de arquitectura e envolvente permitiram-nos perceber de imediato uma necessidade futura em considerar a atribuição de pesos distintos entre si. Algumas situações podem exemplificar a condicionante em virtude da ausência de uma ponderação, sendo de destacar:

i) Habitações com indicadores que poderiam constituir práticas adequadas ao clima portuense, nomeadamente, em matéria de rentabilização de ganhos solares através, por exemplo, de uma adequada orientação do edifício - com fachadas expostas a NW-SE[39] – revelaram valores máximos de ganhos solares, no verão, na escala[40] de valores proposta.

[39] Por um lado, orientação NW-SE é considerada por OLGYAY como a mais adequada em climas temperados. Por outro lado, aplicação do método de MAHONEY apresenta enquanto recomendação para o clima portuense, uma orientação de edifícios que possa ser desviada levemente do eixo leste-oeste para uma melhor captação dos ventos predominantes.

[40] Para a obtenção dos valores máximos e mínimos resultantes da aplicação da grelha de análise calculou-se a amplitude do valor máximo e mínimo, dividindo-se, posteriormente, a série em três níveis iguais (correspondente aos valores máximos, médios e mínimos).

ii) Residências que apresentaram valores bastante reduzidos de ganhos solares, apresentavam orientações que rentabilizam os ganhos solares no Inverno (N-S);

iii)Casas que apesar de apresentarem uma orientação potenciadora de ganhos solares no Inverno, revelavam uma forte obstrução solar;

Quadro 26 - Grelha de classificação dos factores influentes nos ganhos solares à escala de edificado

	Factor 1 - SÍTIO		Factor 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO										Factor 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO										FACTOR 4 - ENVOLVENTE										RESULTADO
Código	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T.Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ang.Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
1211007	5	?	2	?	0,3	?	2,5	?	?	4,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,6
1211009	5	?	3,6	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	30,7
1211012	5	?	4,4	?	0,8	?	5	?	?	3	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	5	?	?	35,1
1211017	5	?	3,6	?	1,7	?	1,3	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,2
1211018	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,6
1211019	5	?	4,4	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38,2
1211021	5	?	4,9	?	1,1	?	2,5	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,1
1211022	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	35,2
1211025	5	?	4,3	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	34,8
1211026	5	?	4,6	?	1,1	?	1,3	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	37,8
1211043	5	?	3,7	?	2,8	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	32,2
1211045	5	?	4,4	?	1,1	?	2,5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38,2
1211048	5	?	3,7	?	0,6	?	5	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	2,9	?	5	?	?	33,6
1211053	5	?	3,4	?	1,7	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,5
1211056	5	?	2	?	0,8	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	30,5
1211058	5	?	5	?	1,1	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38
1211067	5	?	2	?	1,4	?	1,3	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	37,4
1211072	5	?	3,7	?	1,9	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,8
1211077	5	?	3,6	?	0,8	?	3,8	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,8
1211078	5	?	3,4	?	2,5	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	31,6
1211084	5	?	4,4	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	28,6
1211089	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,5
1211096	5	?	5	?	1,1	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,2
1211097	5	?	3,7	?	1,1	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	1,7	?	1,3	?	2,9	?	5	?	?	31,1
1211103	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39
1211118	5	?	4,6	?	1,1	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	39,3
1211123	5	?	2	?	0,3	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	29,9
1211126	5	?	2	?	1,1	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	32,5
1211127	5	?	4,9	?	0,6	?	2,5	?	?	2,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,9
1211129	5	?	2	?	0,8	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	3,6	?	3,3	?	?	33,7
1211148	5	?	4,9	?	0,6	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,8
1211160	5	?	4,9	?	3,9	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	35,2
1211168	5	?	3,6	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	31,1
1211172	5	?	3,4	?	1,7	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	2,5	?	2,1	?	1,7	?	?	29,1
1211177	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,4
1211192	5	?	3,4	?	0,3	?	3,8	?	?	2,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	32,3
1211195	5	?	5	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	30,4
1211196	5	?	3,7	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	36,7
1211204	5	?	2	?	0,8	?	3,8	?	?	0,5	?	5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,9	?	3,3	?	?	31,5
1211205	5	?	5	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	5	?	?	29
1211207	5	?	3,7	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	1,3	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	34,1
1211209	5	?	4,9	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39
1211211	5	?	4,8	?	0,6	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,1
1211215	5	?	3,7	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,7
1211235	5	?	3,4	?	1,4	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	5	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	3,3	?	?	31,9
1211241	5	?	3,6	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,1
1211244	5	?	2	?	0,3	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	30,7
1211245	5	?	2	?	0,6	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,7
1211257	5	?	4,4	?	0,8	?	5	?	?	3	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	5	?	?	35,1
1211259	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	3,3	?	2,9	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	1,7	?	?	24
1211260	5	?	4,3	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	3,8	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,4
1211261	5	?	3,6	?	0,8	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	39,8
1211268	5	?	5	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	33,2
1211271	5	?	3,4	?	0,3	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	26,4
1211272	5	?	4,4	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	2,5	?	1,4	?	3,3	?	?	30,4
1211281	5	?	4,9	?	0,6	?	1,3	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	3,8	?	3,6	?	1,7	?	?	33,5

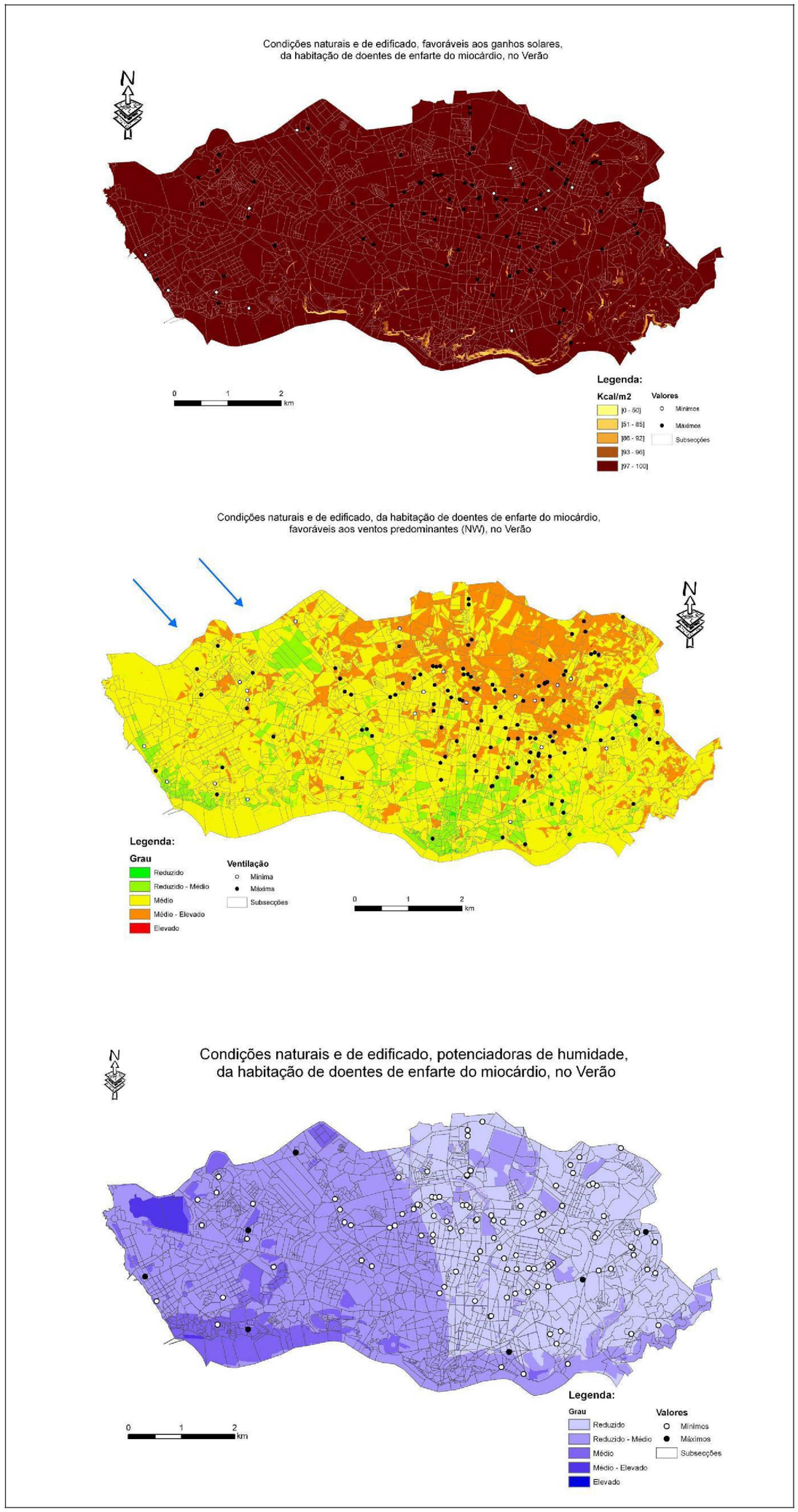
A inexistência de uma ponderação faz-se, ainda, sentir no conhecimento que o peso do contexto geográfico representa ao nível das condições passíveis de serem observadas no interior do próprio edificado. As *cartas nº 17* e *nº 18* referentes a um cruzamento entre condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, elevação dos níveis de humidade e exposição aos ventos predominantes servem para justificar tal reconhecimento. Assim, com base na tripla de cartas que caracterizam os três elementos climáticos em análise espacial, podemos elencar algumas questões a este propósito.

"Os valores máximos de ganhos solares conquistados à escala do edificado num contexto geográfico que não optimize a radiação solar, poderão ser superiores em relação a valores reduzidos obtidos à escala do edificado e, em contrapartida, significativos à escala topográfica"?

Até que ponto é que dois edifícios com "indicadores bioclimáticos idênticos" poderão exigir distintas estratégias de optimização de ganhos solares atendendo ao contexto geográfico?

Onde residirão as maiores necessidades de investimento em matéria de isolamento, numa casa de reduzida radiação solar incidente, com fortes obstruções solares situada no leste da cidade ou antes numa residência de elevados ganhos solares junto ao mar?

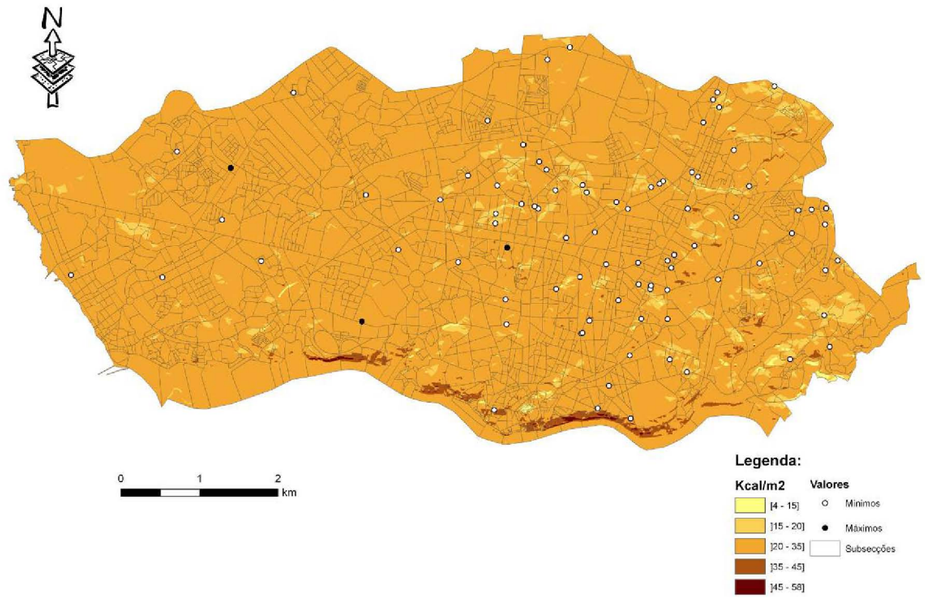
A lógica subjacente à anterior retórica, inspirada nalgumas questões que OKE (1984) defendeu que deveriam ser consideradas pelos planeadores urbanos, poderia permitir outras interrogações, todavia, esta serve somente para reforçar a ideia de que para além, do desconhecimento da importância de uns indicadores em relação aos outros, à escala do edificado, é patente a ausência da influência do contexto geográfico sobre esta escala de mais pormenor. Ainda assim, é de sublinhar a ideia de que não restam dúvidas de que diferentes condições naturais caracterizadoras de um determinado sítio conduzirão, inevitavelmente a distintos contextos micro-climáticos.



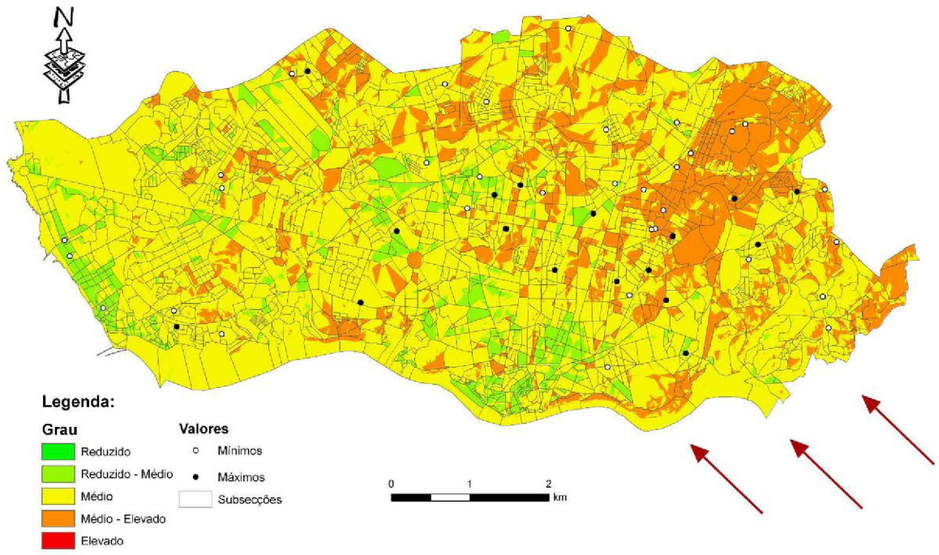
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 17 – Condições naturais e de edificado favoráveis a ganhos solares, ventilação e humidade, no Verão, na cidade do Porto

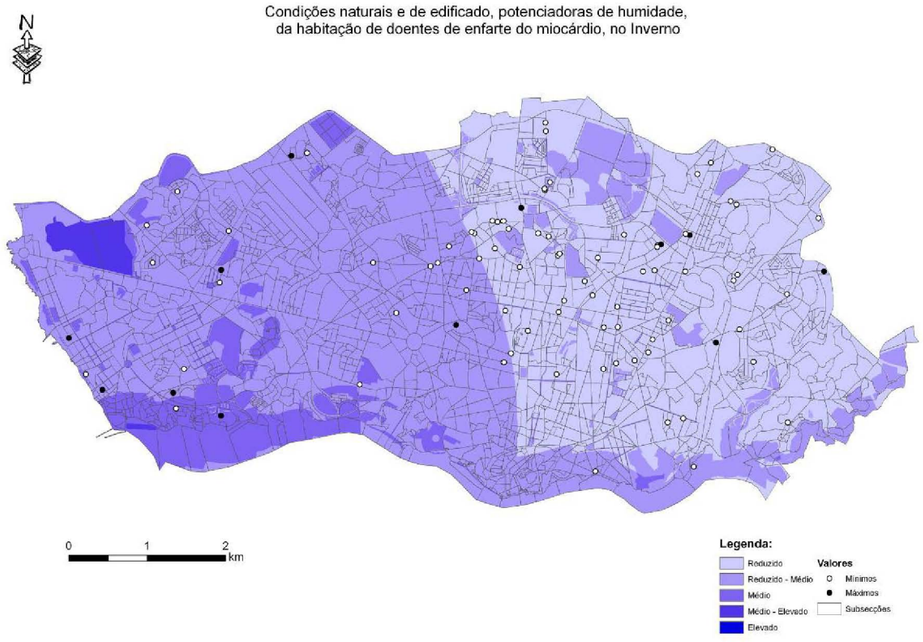
Condições naturais e de edificado, favoráveis aos ganhos solares,
da habitação de doentes de enfarte do miocárdio, no Inverno



Condições naturais e de edificado, da habitação de doentes de enfarte do miocárdio,
favoráveis aos ventos predominantes (SE), no Inverno



Condições naturais e de edificado, potenciadoras de humidade,
da habitação de doentes de enfarte do miocárdio, no Inverno



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 18 - Condições naturais e de edificado favoráveis a ganhos solares, ventilação e humidade, no Inverno, na cidade do Porto

Apesar do somatório dos vários indicadores, referenciados por diferentes autores, com influência no conforto térmico *indoor* revelaram, uma certeza que nos permita definir "padrões tipológicos" capazes de identificar as situações (des)confortáveis do ponto de vista térmico, não deixamos de apresentar algumas sugestões que poderão constituir exemplos representativos de habitações desconfortáveis do ponto de vista térmico.

As habitações representadas na *fig. 88* apresentam em comum os valores qualitativos mínimos relativos às condições de edificado em potenciar os ganhos solares do Inverno e, simultaneamente, os valores máximos no que diz respeito à sua exposição em relação aos ventos frios de SE predominantes no Inverno.

A *idade*, o *material de construção*, a *altura do edifício* e a *degradação* que são alvo parecem confirmar que apesar de cada indicador não encontrar-se ainda devidamente testado, fornecem já importantes pistas para o diagnóstico das condições de habitabilidade de doentes de enfarte de miocárdio, um grupo especialmente vulnerável que deveria merecer a atenção conjunta de profissionais de saúde, protecção civil e de planeamento urbano enquanto medidas de prevenção em situações climáticas que o frio se faz sentir com maior severidade.

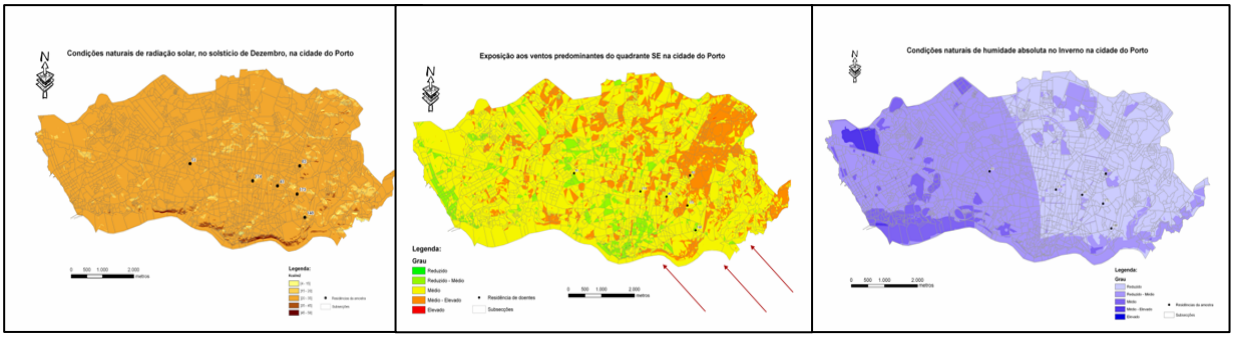
Figura 88 – Habitações provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico, no Inverno

Todavia, os resultados da aplicação da grelha de análise indicam que as mesmas casas, possivelmente bastante frias no Inverno, poderão ser mais confortáveis no Verão, pois os valores obtidos para esta estação, na sua generalidade, coincidem com valores elevados de condições de ventilação, ainda que os valores de possíveis ganhos solares de verão se encontrem numa faixa intermédia. As habitações apresentadas nas *figs. 88 e 89* são referentes aos códigos: *nº 43, nº 51, nº 83, nº 173, nº 174, nº 140, nº 148.*

Figura 89 - Habitações provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico, no Inverno

As condições precárias do ponto de vista das condições de edificado em termos térmicos, no Inverno, suscitaram ainda a curiosidade de conhecer o contexto geográfico, nomeadamente, condições naturais das respectivas habitações.

Através de uma consulta às cartas das condições naturais de radiação solar, humidade e exposição aos ventos predominantes de SE (carta 19), da cidade do Porto foi possível compreender que estas habitações apresentam algumas nuances que lhes poderão atribuir significados distintos. A habitação nº 148 insere-se, por exemplo, num contexto de fracas condições de radiação solar (cujos valores variam entre 15 e 20 Kcal/m2) que associadas a um contexto de reduzida humidade poderão contribuir para reforçar o desconforto térmico provocado pela sensação de frio. Em contrapartida, a habitação nº 51 localizada num local de valores de radiação solar global semelhantes ao da maioria das restantes habitações da amostra (grau médio), entre os 20 a 35 kcal/m2, caracterizada por um nível intermédio de factores permanentes de humidade, bem como por uma exposição aos ventos predominantes de Inverno de nível reduzido médio poderá ser favorecida pelo seu contexto à escala local.



Carta 19 – Condições naturais e de edificado referentes às habitações provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico, no Inverno

Quando o esforço de análise das situações é realizado no sentido inverso, ou seja, quando tentamos detectar situações específicas para os valores mais elevados no que diz respeito às condições de edificado favoráveis aos ganhos solares, a individualização de indicadores comuns torna-se menos frequente. A leitura da análise permite perceber que os valores mais elevados em termos de potenciais ganhos solares podem variar entre edifícios de tipologia apartamento, sobretudo, recentes ou em bom estado de conservação, como também edifícios de tipologia de casa geminada e em banda, como se pode observar através dos códigos: *nº 144*, *nº 29*, *nº 122 e nº 95*, ordenados da esquerda para a direita na *fig. 90*.

Figura 90 – Habitações provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico, no Verão

Porém, os resultados extremos que apontarão um excesso de ganhos solares, no verão, na maioria dos casos parece encontrar-se associado a uma tipologia de edifícios caracterizada pela existência de pelo menos quatro pisos[41], um ângulo de obstrução inferior ou igual a 26,6º, sem a presença de vegetação e por material de construção em betão. Outros aspectos como a cor das paredes, das coberturas, a idade aproximada constituem indicadores variáveis.

Em qualquer das habitações cujas condições de edificado são as mais favoráveis aos ganhos solares, os valores obtidos na análise das respectivas condições às condições de ventilação indicam também uma boa exposição aos ventos de NW. (Importa relembrar que tais condições constituem o resultado combinado da posição da fachada em relação ao vento predominante, da altura e da tipologia de edifício, e da existência ou não de barreiras protectoras ao vento). Tal facto poderá ser tido como positivo, no caso de se realizar ventilação natural no edifício, uma vez que os ventos de NW são caracterizados por elevados níveis de humidade, capazes de amenizar o efeito da temperatura, propiciando uma sensação de arrefecimento no organismo humano.

Todavia, isso não significa que, em termos de localização geográfica, as mesmas habitações sejam favorecidas, quer por contextos de humidade, que sirvam para amenizar o ambiente através do processo de evapotranspiração, quer por contextos de uma adequada exposição aos ventos húmidos de NW.

Neste sentido, procuramos cruzar os valores de ganhos solares mais elevados, obtidos na nossa amostra, durante o verão com os valores das condições naturais caracterizadores de contextos húmidos e de exposição ao vento predominante (carta 20). Assim, foi possível perceber, que na cidade do Porto, os locais (onde reside a nossa amostra de doentes) menos húmidos apresentarão boas condições de exposição ao vento de NW, podendo constituir uma vantagem pelo facto da ausência da atenuante da humidade não estar associada a uma inadequada exposição aos ventos mais refrescantes de NW.

O passo seguinte residiu em tentar averiguar a presença de habitações cujos ganhos solares são máximos, no Verão, que não beneficiam da acção moderadora do mar. O resultado remeteu-nos para uma diversidade de pelo menos uma dúzia de situações, pelo que consideramos fundamental tentar descobrir as possíveis diferenças verificadas entre 2 habitações com as mesmas características (pelo menos, em termos de orientação, material de construção, ângulo de obstrução) mas avaliando os níveis de conforto térmico num contexto bastante húmido e noutro considerado pouco húmido. Será que desde já, não se vislumbra a possibilidade de em diferentes contextos geográficos as necessidades de potenciar ganhos solares seja distinta? E de perceber, por exemplo, quais as orientações que possam ser mais favoráveis nestes dois distintos contextos?

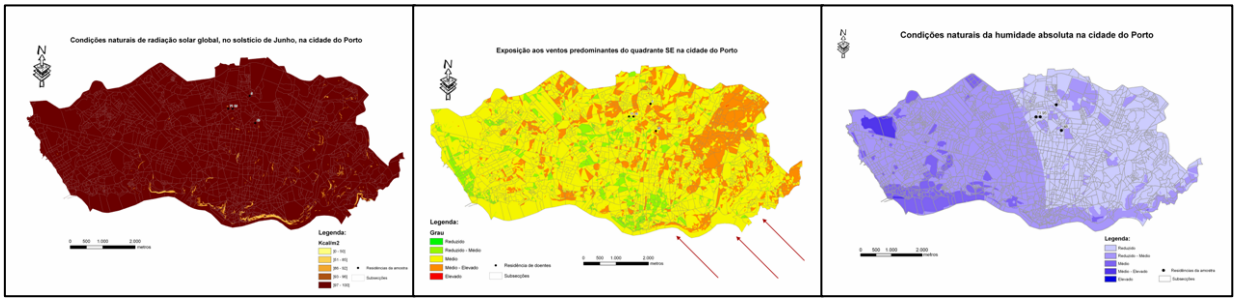
Todavia, a situação que poderá ser mais gravosa para a permanência de doentes de enfarte de miocárdio, no Verão, associada aos episódios climáticos extremos ou dias muito quentes e secos resultará na coexistência de quatro características: i) casas cujas características do edificado favoreçam *elevados valores de ganhos solares*; ii) *contexto geográfico de máxima radiação solar*[42]; iii) *contextos geográficos pouco húmidos* que não sofram a acção moderadora do mar, do rio ou da presença de grandes manchas verdes; iv) elevada exposição aos ventos quentes e secos do quadrante de SE.

[41] Note-se que a análise das condições de habitação do edifício atendem à sua altura máxima, através da contagem do número de pisos, o que explica o facto de um número significativo de habitações da amostra com elevados ganhos solares coincidirem, quase sempre, com edifícios de altura correspondente, no mínimo, a 10,80 metros (considerando um pé direito médio de 2,7m).

[42] No verão, as condições naturais de radiação solar na cidade do Porto não constituem factor diferenciador de ganhos solares, uma vez que quase toda a área da cidade se encontra irradiada por valores máximos de kcal/m2.

Figura 91 - Habitações provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico, em dias quentes e secos de Verão

Deste modo, os casos apontados *(correspondentes aos códigos n º5, nº 48,* nº 71*,* nº 95 – *fig. 91)* para além de apresentarem elevados valores de ganhos solares devido às características do edificado revelam contextos geográficos não favoráveis ao arrefecimento dos seus contextos interiores devido, por um lado, à ausência de água que potencie o chamado arrefecimento evaporativo e, por outro lado, à forte exposição topográfica em relação aos ventos quentes e secos de SE.



Carta 20 - Condições naturais e de edificado referentes às habitações provavelmente desconfortáveis do ponto de vista térmico, no Verão

Todavia, a escolha da localização de edifícios passíveis de serem alvo da experimentação, já referenciada, exige o estudo das práticas que combinadas entre si possam revelar repercussões nos níveis de conforto térmico de contextos *indoor*. Neste sentido, é apresentado um conjunto de objectivos cuja finalidade será a de permitir deduzir uma ponderação a cada indicador, assim como dar resposta a situações de práticas, aparentemente dúbias, que o planeamento urbano no futuro poderá integrar (*quadro 27).* A título exemplificativo, o objectivo nº 1 implicará a escolha de dois edifícios semelhantes em todos os indicadores (●) e, distintos nas condições referentes ao sítio (≠).

Quadro 27 – Matriz de relação entre objectivos e indicadores de análise bioclimática

Objectivos	Obj.1	Obj.2	Obj.3	Obj.4	Obj.5	Obj.6	Obj.7	Obj.8	Obj.9
Sítio	≠	≠	≠	≠	≠	●	●	●	●
Orientação	≠	●	●	≠	≠	≠	≠	≠	≠
Altura do edifício	●	●	●	●	●	≠	●	●	●
Tp. Hab. (moradia & apartamento)	●	●	●	●	●	●	●	●	≠
Tp. Hab. (nº fachadas apartamento)	●	●	●	●	●	●	≠	●	●
Ângulo de Obstrução	●	●	●	●	●	●	●	≠	●
Vegetação	●	≠	●	●	●	●	●	●	●

É possível e, parece óbvio, que alguns dos factores enunciados assumam uma importância acrescida em relação aos restantes, designadamente, o sítio, a orientação, a altura dos edifícios, a tipologia de habitação e, respectivos ângulos de obstrução. Todavia, a ausência de uma fundamentação que a permita distinguir, leva-nos a defender uma investigação baseada na experimentação de contextos climáticos *indoor*. Somente a etapa da monitorização permitiria a dedução de pesos de indicadores, através da comparação entre contextos climáticos *indoor* e *outdoor*, bem como da aplicação da equação de Fanger passível de detectar o maior número de dias caracterizado por níveis de conforto térmico, no interior das habitações dos doentes vítimas de enfarte de miocárdio.

Os resultados finais, já com a diferenciação de indicadores através da obtenção de ponderações, seriam importante então, para identificar as situações térmicas mais críticas da amostra em estudo, para as quais seria importante atribuir uma atenção especial, uma vez que se trata de uma amostra de um grupo vulnerável.

A avaliação das condições térmicas da habitação de doentes, quer no Inverno, quer no Verão, deveria ainda comparar a localização dos resultados com as condições sócio-económicas da população em estudo. Enquanto medida de impacte, a proposta de uma cartografia de prevenção de risco bioclimático não poderia ficar alheia à diferente capacidade dos vários doentes em usufruir meios artificiais de aquecimento e de arrefecimento.

Embora, inicialmente, um dos objectivos específicos do caso de estudo passasse pela identificação de habitações da amostra de doentes potencialmente confortáveis e de risco, do ponto de vista bioclimático, no Verão e no Inverno, tal não se revelou possível devido à impossibilidade de realização de monitorizações climáticas, em virtude de condicionantes temporais e financeiras.

Apesar disso, acreditamos na importância da elaboração de uma *cartografia de prevenção de risco bioclimático* que deveria, ainda, incorporar as seguintes etapas:

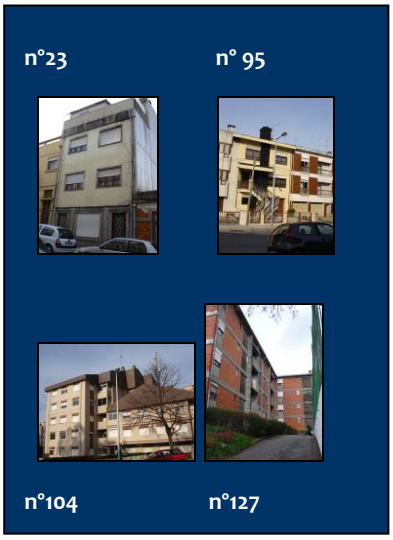
i) Experimentação de diferentes contextos *indoor* através da comparação de indicadores combinados entre si;
ii) Comparação entre contextos *indoor* e *outdoor*;
iii) Atribuição de ponderação a cada indicador definido;
iv) Identificação e localização das situações térmicas mais críticas da amostra em estudo;
v) Cruzamento da informação das situações térmicas críticas com as características sócio-económicas da população em estudo.

6ª etapa: Proposta de monitorização térmica da amostra

Perante a ausência de uma etapa de experimentação capaz de servir de suporte a uma atribuição de pesos a cada indicador da grelha de análise apresentada, consideramos fundamental a prossecução do presente estudo. Nesse sentido, propomos a localização de sensores térmicos, no interior de algumas habitações da amostra em estudo, no sentido de averiguar potenciais resultados de (des)conforto térmico atendendo a um conjunto de combinações de indicadores, destaque para a importância do contexto geográfico.

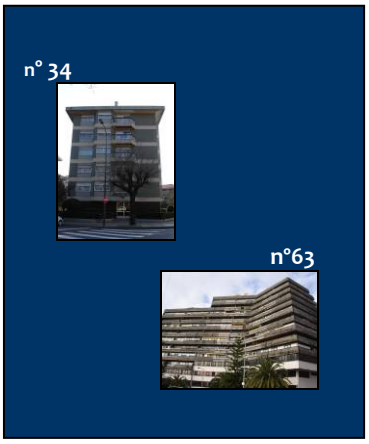
Objectivo nº1

Qual a melhor orientação de fachadas de uma habitação, do ponto de vista térmico quando localizadas numa vertente que apresente valores reduzidos de radiação solar (Kcal/m2), no Inverno?



Objectivo nº 2

É possível que uma habitação, com a mesma orientação de fachadas, localizada na proximidade de um jardim público assuma um comportamento térmico idêntico a uma casa localizada em frente ao rio Douro?



Objectivo nº 3

No verão, um contexto geográfico caracterizado por reduzida exposição ao vento NW, mal arejado e pouco húmido pode ser potenciador de desconforto térmico?

Objectivo nº 4

Qual a orientação de fachadas de edifícios mais adequada para contextos geográficos muito húmidos, nomeadamente, marítimos e ribeirinhos?

Objectivo nº 5

Qual a orientação de fachadas mais favorável em contextos geográficos de elevada exposição aos ventos de SE (frios no Inverno e quentes no verão) e mais distantes da acção moderadora do mar?

Objectivo nº 6

No Verão, o que poderá ser mais gravoso um edifício com orientação de fachadas viradas a NW-SE de altura elevada (p.ex: 6 pisos) ou um edifíco térreo com fachadas expostas a W-E?

Objectivo nº 7

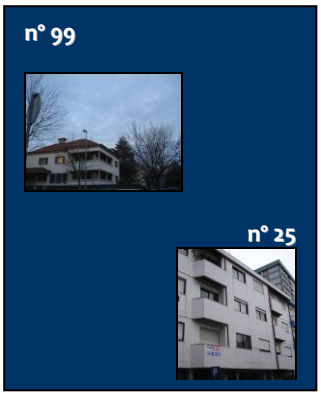
Qual a situação que poderá potenciar maior número de dias de desconforto térmico, uma habitação com somente uma fachada voltada a W ou E ou uma habitação com somente uma fachada virada a N?

Objectivo nº 8

Ao longo do ano, poderá ser mais desconfortável um edifício com orientação NW-SE com um ângulo de obstrução igual a 45º ou antes um edifício com orientação W-E e com um ângulo de obstrução de 26º?

Objectivo nº 9

Até que ponto é que o efeito da orientação de fachadas principais poderá sofrer modificações em virtude de uma diferença de tipologia de habitação?

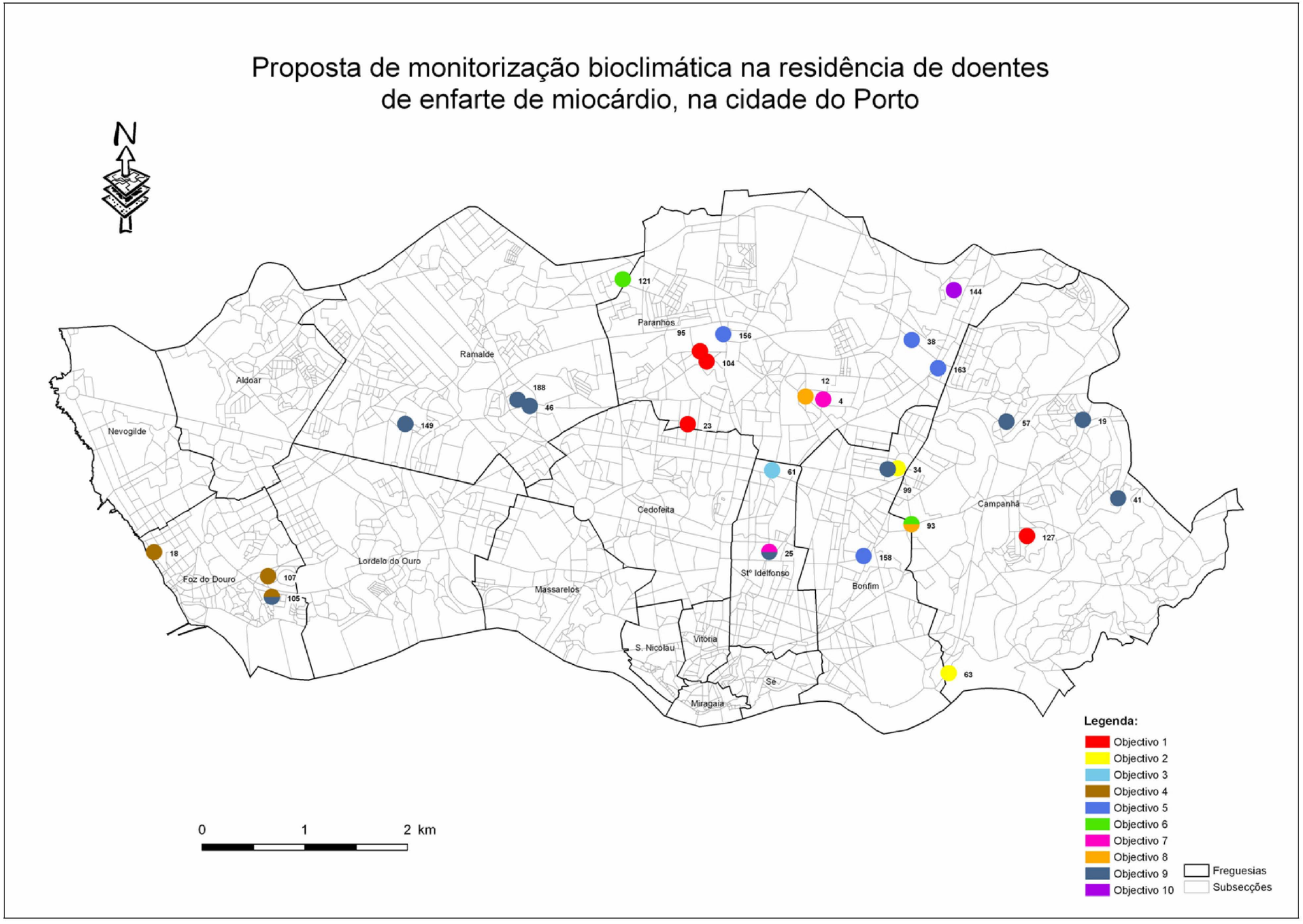


Objectivo nº 10

Até que ponto é que dois edifícios com "indicadores bioclimáticos idênticos" poderão exigir distintas estratégias de optimização de ganhos solares atendendo ao contexto geográfico?

A aplicação deste exercício leva-nos, portanto, a sugerir uma futura monitorização bioclimática no interior das habitações dos doentes de enfarte de miocárdio, representada na *carta nº 21.*

A variável cor que encontramos na carta seguinte apresenta uma função associativa, o que significa que todas as residências que partilham a mesma cor correspondem a um determinado objectivo que se pretende averiguar, de entre a panóplia de objectivos definidos anteriormente.



Fonte: Autor, c/ base na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Carta 21 – Proposta de monitorização bioclimática na residência de doentes de enfarte de miocárdio, na cidade do Porto

Considerações finais

No momento final, vale a pena tentar dar resposta a algumas das questões levantadas no início do presente trabalho.

A primeira questão colocada era se existiria realmente uma **influência do contexto bioclimático na saúde e bem-estar das suas populações?**

Uma pesquisa diversificada em diferentes artigos internacionais permitiu perceber o interesse crescente da temática da bioclimatologia humana enquanto disciplina que tem vindo a participar nas discussões sobre os efeitos do clima na saúde do Homem. Importantes autores, como JENDRITZY (1993) defendem a necessidade do amadurecimento desta área do conhecimento, no sentido desta poder contribuir para a prevenção do risco bioclimático e de ser incorporada no planeamento de saúde.

Nos países desenvolvidos as doenças responsáveis pela maior mortalidade e morbilidade, nomeadamente as doenças cardiovasculares e respiratórias, reclamam um interesse especial no conhecimento de factores climáticos que possam contribuir para o seu desencadeamento/ agravamento. A esse respeito foi possível chegar a uma *resposta afirmativa sobre a relação entre o contexto bioclimático e a saúde e bem-estar das populações*, sendo, no entanto, de realçar que este tipo de relação nunca poderá ser entendida como uni causal e directa.

Os extremos de temperatura, resultantes de valores de temperatura mínima reduzidos e/ou de temperatura máxima elevados contribuem para elevar o total de ocorrências das doenças cardiovasculares (KALKSTEIN, 1997; EUROWINTER GROUP, 1997; PAN & all., 1995), nomeadamente, de enfarte de miocárdio. Por outro lado, outros factores são reconhecidos como fundamentais no agravamento de condições de stress térmico, nomeadamente, o contexto geográfico. Alguns estudos remetem o desencadeamento acentuado de doenças cardiovasculares para locais onde são reconhecidas «ilhas de calor urbano», enquanto outros dão conta da importância da fraca qualidade da habitação, por vezes, sofrendo ausências de uma fraca insolação, outras vezes a escassez de uma adequada ventilação.

Consciente das influências exercidas pelo contexto geográfico na saúde humana, a Organização Mundial de Saúde em Bratislava (2004) que visava reunir estratégias de minimização dos efeitos da morbilidade e mortalidade, provocados pelo fenómeno das ondas de calor, alerta para o papel fundamental do planeamento urbano na prevenção primária de stress térmico dos indivíduos, em ambientes exteriores e interiores, especialmente, de grupos vulneráveis.

A segunda questão por nós levantada no início do presente trabalho consistiu em tentar compreender **como é que o planeamento urbano pode realizar uma avaliação bioclimática ao território, com vista a minimizar os riscos para a saúde e maximizar os recursos naturais?"**

O reconhecimento de que a bioclimatologia humana deveria ser também estudada sob a perspectiva espacial, no domínio da bioclimatologia urbana, levou-nos a tentar descobrir se as características naturais de um lugar e, respectiva habitação de grupos de indivíduos vulneráveis da sociedade, poderá revelar-se mais ou menos perigosa perante esses limiares térmicos de risco.

À semelhança da identificação de qualquer outro objectivo, foi necessário encontrar estratégias que nos permitam chegar à minimização do problema. Nesse sentido o presente trabalho centrou a sua atenção na procura de um *percurso metodológico* que servisse de auxílio à *prevenção do risco bioclimático* passível de ser integrada nos Planos Municipais e pudesse constituir uma *proposta simples para a integração do conhecimento bioclimático nos instrumentos de gestão territorial*, utilizados pelo planeamento urbano.

Para responder a estas questões esboçamos uma estratégia metodológica que garantisse uma leitura holística, abrangente e interdisciplinar do território, o que nos levou a considerar a integração de diferentes escalas de análise (ver fig. 54). Assim, a nossa **proposta metodológica de análise bioclimática** (ver quadro 13) pressupõe a inclusão de **4 etapas** que passam: i) pela realização de um diagnóstico bioclimático de um local; ii) pela avaliação das condições naturais do local; iii) pela apresentação de recomendações para a definição de usos de solo e de operações de loteamento; iv) pela exposição de algumas soluções arquitectónicas e de construção.

A primeira etapa, de ***diagnóstico (bio)climático de um local*** implicaria, por um lado, conhecer o clima de um determinado local, nomeadamente, à escala concelhia e, por outro lado, avaliar as respectivas necessidades bioclimáticas.

A *caracterização climática* implicaria a implantação de uma rede de monitorizações ou pelo menos de uma estação de registos climáticos de alguns elementos, tais como: temperatura máxima, mínima, humidade relativa, insolação, velocidade média e máxima do vento, rajadas, respectivos rumos predominantes, entre outros. Os registos climáticos deveriam, posteriormente, ser alvo de análise e síntese através de algumas técnicas da climatologia analítica, complementadas pelo recurso a técnicas da climatologia sinóptica. A informação climática poderia encontrar-se sob a responsabilidade de diferentes instituições, designadamente, universidades, escolas, organismos públicos, desde que lhes fosse atribuída a obrigação de fornecimento da informação ao respectivo município. Esta informação poderá ser uma importante mais valia para os planeadores, na medida em que os possibilita o conhecimento dos fenómenos climáticos, em termos de frequência e intensidade, fundamentais para a tomada de decisões, de cariz preventivo, que implicam intervenções físicas no território.

Ao recorrer aos inúmeros índices bioclimáticos *(Quadro 5-8)* procuramos encontrar algum que nos permitisse uma caracterização fidedigna das necessidades bioclimáticas de um local. Todavia, a diversidade de informação por eles exigida associada a aplicabilidades específicas, normalmente com a vista a assegurar alertas de saúde pública, a avaliação de condições térmicas em locais interiores, nomeadamente, em contextos laborais, levaram-nos a optar por métodos mais vantajosos para o planeamento urbano. O método de Givoni, de Watson & Labs, de Szokolay e de Mahoney foram, por esse motivo, preferidos em relação aos restantes índices bioclimáticos. A utilização destes índices permite-nos avaliar uma realidade média mensal durante um período de 30 anos, identificar facilmente as necessidades bioclimáticas de uma população, tecer orientações específicas e direccionadas ao tipo de arquitectura de um local e, por último, dispensam-nos da inclusão de outras variáveis de conforto térmico para além das ambientais, em resultado de estudos prévios desenvolvidos pelos próprios.

À semelhança da caracterização climática, a informação relativa à avaliação bioclimática pode ser incorporada nos estudos de caracterização biofísica dos PDM'S.

A *segunda etapa* reside na prossecução da ***avaliação das condições naturais*** do local influentes no contexto bioclimático *(ver p.82-91).* A metodologia utilizada nesta fase apresenta, sobretudo, um carácter qualitativo baseado no *método de MCHARG* defensor de um planeamento de base ecológica, o que implica a elaboração cartográfica (simples e combinada) de alguns

factores permanentes passíveis de exercer influência nas condições de recepção da radiação solar, de exposição aos ventos predominantes, nos níveis de humidade atmosféricos.

A escolha dos factores permanentes, de carácter qualitativo, utilizada na elaboração de *cartografia simples* a integrar na carta de exposição aos ventos predominantes – *carta hipsométrica (apêndice N)*, *carta de declives (apêndice K)*, *carta de exposição de vertentes (apêndice L)*, *carta de percentagem de área construída (apêndice M)* – e de humidade absoluta – *carta de distância ao mar (apêndice O)*, *distância ao rio Douro (apêndice P)*, *carta da rede hidrográfica (apêndice Q)*, *carta da dimensão de espaços verdes (apêndice R)*, *carta das principais ruas arborizadas da cidade (apêndice S)* – assentou na fundamentação desenvolvida no corpo teórico do trabalho. Todavia, a elaboração da carta de condições de radiação solar foi baseada num estudo quantitativo, desenvolvido por OLGYAY em que através da combinação de declives e exposição de vertentes monitorizou as diferentes kcal/m2 encontradas espacialmente, para uma cidade de 40º N de latitude.

Uma leitura cruzada da *cartografia combinada* – à carta de *exposição aos ventos predominantes*, de *radiação solar* e de *humidade,* elaborada para o Verão e Inverno, permite a dedução de alguns contextos climáticos mais ou menos favoráveis à sensação de frio ou de calor, por parte do organismo humano, daí os designarmos por contextos bioclimáticos. Este exercício de compreensão dos distintos contextos bioclimáticos verificados do ponto de vista espacial foi realizado para as estações de necessidades bioclimáticas extremas, o Verão e o Inverno. A segunda fase poderia encontrar-se ainda na fase dos estudos de caracterização biofísica dos PDM's.

Como as etapas anteriores forneceram informação caracterizadora de contextos bioclimáticos, poderão ser úteis à elaboração de alguns instrumentos do território de âmbito municipal, pelo facto de apresentarem matéria-prima para a construção de um relatório síntese de ***recomendações bioclimáticas*** (3ª etapa), destinadas *ao Plano de Urbanização* ou *Plano de Pormenor (ver pág.104-118)*, em matéria:

i) de orientação e largura preferencial de ruas e/ou loteamentos;
ii) por indicações relativas a maiores ou menores ângulos de obstrução resultantes da edificação, atendendo às necessidades bioclimáticas de cada contexto geográfico;
iii) por indicações relativas a índices e parâmetros urbanísticos;
iv) de consciencialização das necessidades de cobertura e dimensionamento de espaços verdes em locais onde se verifiquem fortes necessidades de sombra e de humidificação;
v) de identificação de formas de evitar alguns efeitos indesejáveis do vento;
vi) de estratégias na definição de forma e de densidade de desenho urbano; vi) escolhas ajustadas de soluções de pavimentação que evitem, por exemplo, o fenómeno da «Ilha de calor urbano», entre outros aspectos.

Recordando a ideia de que "os valores que têm vindo a presidir ao desenho urbano não incorporam a diversidade geográfica de cada lugar" (HOUGH *cit in* MONTEIRO (1997)) poderemos, neste momento, propor esta informação como um instrumento de auxílio à definição de usos de solo, por exemplo à definição prioritária de áreas mais vantajosas para a edificação, que melhor se adaptem aos contextos bioclimáticos, podendo ser apresentadas num relatório de suporte à tomada de decisões da *Planta de Ordenamento dos Planos Directores Municipais.* Para além da maximização do proveito do recurso bioclimático, este relatório enquanto síntese de diagnóstico de contextos bioclimáticos seria fundamental para a elaboração da Carta de Riscos Naturais de cada concelho, nomeadamente, para o desenvolvimento de uma *Carta de Risco Bioclimático*.

Na última etapa (4ª etapa) para a implementação de uma proposta bioclimática a aplicar no território, relativa às ***opções de edificado***, pouco poderemos contribuir porque cabe às empresas de construção um papel mais activo. Todavia, a ausência ou insuficiente sensibilização em matéria de práticas bioclimáticas, sugeriu-nos que deveriam incorporar uma consultoria bioclimática. Por isso, avançamos com a consideração de algumas soluções passíveis de serem incluídas pelo estudo prévio de implementação da edificação. Nesse sentido, o relatório síntese de recomendações bioclimáticas, atendendo às necessidades térmicas específicas do local *(ver fig.56),* deveria tecer uma série de orientações possíveis *(ver p.118-138)* relativas:

I) à orientação preferencial dos edifícios (atendendo à necessidade bioclimática de um determinado local definida como prioritária);
ii) à altura e tipologia de edifício;
iii) aos tipos de isolamentos mais adequados às necessidades térmicas verificadas espacialmente;
iv) à definição da importância em materiais de elevada massa térmica;
v) à localização, tipo e densidade de vegetação na envolvente do edifício;
vi) à cor do envelope exterior do edifício;
vii) ao dimensionamento, tipo de vão envidraçado e protecção solar, atendendo à respectiva orientação, entre outros aspectos.

Perante a reconhecida influência do contexto bioclimático na saúde dos seus residentes, apresentamos uma metodologia que visa a concretização de uma avaliação bioclimática no território. No entanto, outra dúvida surge no horizonte que nos conduziu à nossa terceira questão: **"Para que serve especificamente a concretização de uma avaliação bioclimática no território?"**

Baseadas no conhecimento das condições naturais e, consequentemente, das necessidades bioclimáticas das populações de determinado contexto geográfico, as recomendações resultantes, por parte dos planeadores, poder-se-ão tornar mais racionais e eficientes, nomeadamente, ao nível da capacidade de contribuírem para o bem-estar e melhoria da saúde dos habitantes que servem.

Nesse sentido, o exercício de **aplicação desta proposta metodológica a um grupo de doentes vitimados pelo enfarte de miocárdio**, enquanto amostra-tipo, permitir-nos-á identificar a potencial ***susceptibilidade* e *vulnerabilidade* associada a determinados contextos bioclimáticos espaciais**, no concelho do Porto.

A *abordagem ao clima portuense* (1ª fase), leva-nos a sublinhar alguns aspectos que poderão ser pertinentes, no âmbito desta proposta. Desde logo, importa referir que o valor médio da temperatura máxima no verão de 24º C e o valor médio da temperatura mínima no Inverno de 6º C permite-nos detectar a existência de uma amenidade no clima portuense. *"No Inverno a passagem alternada entre depressões atlânticas e cristas anticiclónicas propicia a ocorrência de dias de grande instabilidade e elevadas precipitações e outros de tempo estável e mais frio, mas só muito raramente se verificam temperaturas extremamente baixas. O Verão caracterizado pela influência ora do anticiclone dos Açores, ora de depressões provenientes do interior da Península, vê favorecido o aparecimento frequente de nevoeiros e diminuída a ocorrência de dias típicos de secura estival normais nesta época do ano*" (MONTEIRO, 1989 b).

Os rumos predominantes são, sobretudo, do quadrante SE e E para todas as estações, à excepção do Verão onde dominam os ventos do quadrante de W e NW. *"Quando a circulação do ar se faz sentir dos quadrantes W, SW e NW as temperaturas máximas são mais baixas e, em contrapartida, quando os fluxos de ar têm um percurso de E, SE ou NE, significa que é muito quente e seco, propiciando a ocorrência de temperaturas máximas elevadas",* segundo MONTEIRO (1999). As velocidades

máximas do vento, em média de 34km/h ocorrem na Primavera. A humidade relativa da atmosfera portuense é mais ou menos homogénea ao longo do ano, variando, aproximadamente, entre os 75% na Primavera e no Verão, e os 80% no Outono e no Inverno. Esta última estação é a mais nebulosa apresentando uma mediana de, sensivelmente, 8 décimos de céu encoberto, em oposição, à mediana deste elemento registada no Verão (4 décimos de céu encoberto). A distribuição sazonal do comportamento da nebulosidade ajuda a explicar o facto do valor da mediana respeitante à insolação média ser de, aproximadamente, 42% no Inverno e, de 71% no Verão.

Em relação à transição de estações, denota-se o facto *"da passagem do Inverno para o Verão ser muito perturbada com uma constante alternância de dias muito quentes e muito frios, enquanto a transição do Verão para o Inverno ser mais calma, lenta e gradual",* segundo MONTEIRO (1999).

Os diferentes tipos de métodos mostram, que de um modo geral, as *necessidades bioclimáticas portuenses são de aquecimento* e que a estação do Verão encontra-se muito frequentemente no intervalo definido como zona de conforto térmico *(ver fig.78, 79, 80 e tab.25).*

Perante estes resultados da avaliação bioclimática surgirão algumas dúvidas sobre a necessidade efectiva dos profissionais de planeamento e de saúde se dedicarem a estudar medidas de mitigação e de prevenção de forma a dar resposta aos impactes gerados por eventuais episódios climáticos extremos, nomeadamente, *ondas de calor*.

Convém, contudo, recordar que a análise exaustiva às *tendências seculares do clima portuense* (MONTEIRO, 2007*)*, implicou uma análise de vários elementos climáticos, entre os quais, temperatura máxima e mínima, precipitação, humidade, nebulosidade e insolação *(ver p.169-173),* permitindo compreender sinais de mudança do comportamento climático. Indícios como o aumento da temperatura máxima e mínima secular, o acréscimo de noites tropicais, a subida do nº anual de dias de verão (com temperaturas superiores a 25º C), o nº anual de dias muito quentes (com temperaturas superiores aos 35º C) e um decréscimo do nº anual de dias de geada.

Recordando que o conceito de «vaga de frio» se caracteriza pela ocorrência de 6 dias consecutivos com temperatura inferior a 5º C em relação à média dos valores diários, o clima da cidade terá conhecido um total de 18 episódios, desde o início do século até ao ano de 2005, tendo 14 deles ocorrido até à década de 1950. Em contrapartida, somente 4 terão afectado os seus residentes após a 2ª metade do século XX, sendo de sublinhar a inexistência destes episódios extremamente frios nas duas últimas décadas.

Note-se, contudo, que o impacte negativo do frio não se restringe a estes episódios extremos, uma vez que 90% dos valores da temperatura mínima, no Inverno, (entre 1970-2005) foram inferiores a 10,6º C. Tal facto associado ao conhecimento que os valores de temperatura inferiores a 10º C, associados a quebras ligeiras repentinas de temperatura, constituem um risco para a saúde humana (CHANG & all., 2004). Ainda assim, a segunda metade do século XX registou, todavia, o enfraquecimento dos episódios de frio que juntamente com a quebra de alguns dias consecutivos de temperatura mínima inferior a 5º C relativamente à média (episódios frios mas sem a classificação de vaga de frio) anunciam a atenuação dos Invernos rigorosos da primeira metade do século XX.

Em contrapartida, os episódios climáticos extremos caracterizados por uma forte sensação de calor, conhecidos pelas «ondas de calor», por seu turno, parecem revelar uma tendência contrária à verificada pelas vagas de frio. Recordemos que de um total de 12 ondas de calor deduzidas através dos valores do Observatório Meteorológico da Serra do Pilar, 6 delas terão ocorrido até à década de 1950. Há a acrescentar a esta observação um outro fenómeno bastante mais frequente, a contabilização de vários dias consecutivos de temperatura máxima superior a 5º C em relação à média diária, ainda que não totalizem os 6 dias. Uma

análise aos valores diários seculares, permite detectar um avolumar de situações de 3 a 5 dias consecutivos com temperatura superior em 5º C em relação à média diária, desde a 2ª metade do século XX, com especial importância nas últimas décadas.

Todavia, uma outra avaliação do conforto térmico realizada pela equipa de especialistas do SIAM (CALHEIROS & all., 2006), apesar de se encontrar em consonância com a avaliação bioclimática retrospectiva da cidade do Porto, elabora algumas previsões. Os cenários assumem como provável a diminuição do stress térmico provocado pelo frio intenso, associado a um acréscimo das ondas de calor, em termos de frequência e de intensidade. A mesma equipa admite que tais acontecimentos sejam responsáveis pela acentuação da morbilidade e mortalidade.

Assim, procuramos ver se *"existirão diferentes contextos bioclimáticos no interior do concelho do Porto*?" *"Tais contextos poderão conduzir a diferentes níveis de susceptibilidade de desencadeamento e agravamento de enfartes de miocárdio?"*

A avaliação de diferentes condições espaciais do concelho do Porto (2ª fase), do ponto de vista bioclimático, implica que observemos as diferenças estacionais, no Inverno e no Verão. Para além disso, as próprias soluções resultantes dos métodos bioclimáticos utilizados *(ver fig.84)* poderão revelar a necessidade de uma adequação ao micro-contexto espacial.

As condições naturais encontradas na cidade do Porto evidenciam uma combinação entre a exposição solar (*carta 3 e 4)*, os ventos predominantes *(carta 7 e 8)* e os contextos de humidade *(carta 14)* geradora de uma panóplia de distintos contextos bioclimáticos (*carta 15*): i) a faixa marítima ribeirinha; ii) a área de transição ente o litoral e o interior; iii) o Noroeste de Paranhos; iv) a faixa constituída pelo Sudeste de Paranhos, o Noroeste de Campanha e o Norte do Bonfim; v) o Vale de Campanha e vi) o centro da cidade.

A **Faixa marítima e ribeirinha**, por se tratar de um contexto onde a acção amenizadora do mar tem uma importante influência na redução da amplitude térmica, não constituirá um contexto bioclimático de elevado risco para grupos de indivíduos vulneráveis. No Verão, perante as necessidades de promoção de ventilação e de arrefecimento por evaporação, este ambiente térmico poderá ser muito favorável para os portuenses em geral e, sobretudo, para indivíduos doentes e vulneráveis a episódios climáticos extremos provocados pelo calor. Todavia, no Inverno, os locais de grande proximidade a massas de ar carregadas de vapor de água poderão ver agravada a sensação de frio se expostas a ventos fortes. Nesse sentido, apesar de consideramos este contexto muito favorável no verão, na estação onde as necessidades de aquecimento são reconhecidas para a cidade do Porto, no Inverno, este contexto poderá ser desfavorável para a saúde dos corpos mais frágeis, pelo que poderá ser classificado como um contexto de ***suceptibilidade de nível baixo-médio*** para doentes vítimas de enfarte de miocárdio.

Do ponto de vista urbano e dos edifícios esta área sugere *medidas (3ª e 4ª fase)* que poderão passar: i) por um reforço de isolamentos, preferencialmente, das habitações; iii) por aberturas reduzidas nas orientações de menor radiação solar incidente (quadrante norte); iv) por se evitar fortes ângulos de obstrução, sendo preferível a escolha de ângulos que cumpram os 26º correspondentes à altura mínima do sol no Inverno; v) pela escolha de orientações de fachadas que potenciem, sobretudo, uma maximização dos ganhos solares no Inverno e, simultaneamente, evitem uma forte exposição aos ventos predominantes de NW (de verão) e de SE (no Inverno).

A área de **transição entre o litoral e o interior**, no Inverno, ao revelar as vantagens da acção moderadora do mar ao longo de todo o ano, condições naturais de radiação solar favoráveis e uma exposição reduzida aos ventos predominantes do quadrante NW, parece remeter-nos para as áreas mais favoráveis do ponto de vista bioclimático da cidade. Contudo, no Verão, o aumento

da distância desta área ao rio diminui a sensação de frescura que encontramos no contexto ribeirinho, atribuindo-lhe uma potencial classificação de contexto bioclimático meramente favorável. Uma análise das potenciais diferenças encontradas no interior deste contexto, ao longo do ano, leva-nos a classificá-lo como um contexto de ***fraca susceptibilidade bioclimática*** no desencadeamento e agravamento da patologia em estudo. Este contexto pelo facto de não apresentar necessidades bioclimáticas específicas, poderá ser aquele em que as recomendações de carácter urbanístico e de edificado (3ª e 4ª fase) poderão gozar de um leque diversificado de opções que deverão atender, sobretudo, à avaliação bioclimática realizada em geral para a cidade através dos métodos bioclimáticos sugeridos.

Na área de **Paranhos** coexistem as fracas condições de radiação solar e, uma elevada exposição aos ventos húmidos do quadrante NW que, por vezes, ocorrem no Inverno. O facto de nesta área observarmos o enfraquecimento da própria acção amenizadora do mar leva-nos a crer que este contexto poderá ser classificado como desfavorável na estação do Solstício de Dezembro. Ainda assim, este contexto encontra boas condições de ventilação, no verão, o que poderá constituir um importante motivo explicativo do facto de BALKESTAHL[43] (2005) não ter verificado a formação de uma «Ilha de Calor Urbano» no Pólo da Asprela, inserido neste polígono geográfico. Embora, a humidade relativa possa ser um pouco superior em resultado do acréscimo da distância ao mar, é importante referir a existência de uma mancha verde, na envolvente do Hospital de S. João, enquanto uma importante fonte de arrefecimento desta área através do efeito da evapotranspiração. Uma classificação desfavorável no Inverno e de, em contrapartida, favorável no verão remete-nos para um contexto onde o risco bioclimático, passível de afectar o grupo de doentes em estudo, raramente ultrapassará o nível de ***susceptibilidade média elevada.*** Algumas estratégias (3ª e 4ª fase) poderão ser apresentadas para este tipo de contexto, nomeadamente, a escolha de locais que permita a rentabilização de ganhos solares no Inverno; Ii) a utilização de edifícios com superfícies exteriores reduzidas (prédios ou casas em banda; iii) opções por isolamentos no interior dos edifícios; iv) utilização de vidros duplos, entre outros aspectos possíveis.

A faixa constituída pelo **Sudeste de Paranhos**, **Noroeste de Campanhã** e **Norte do Bonfim** pela combinação de um contexto geográfico correspondente à existência de um planalto com uma exposição predominante de SE é dotada de uma exposição de nível médio-elevado aos ventos predominantes deste quadrante. Tais condições naturais são propícias ao desenvolvimento de contextos bioclimáticos de temperaturas extremas devido ao facto de serem afectadas por massas de ar quente e seco no verão e, simultaneamente, de frias e secas de Inverno. O rumo de ventos que mais afecta esta faixa associado ao enfraquecimento do efeito amenizador do mar tornará este contexto pouco apetecível quer nos dias onde o frio se fará sentir com maior intensidade, assim como em momentos em que a sensação de calor será mais aguda. Assim, este contexto associar-se-á ao reforço das necessidades bioclimáticas dominantes em cada estação do ano, o que as tornará desfavoráveis do ponto de vista bioclimático para os residentes e, de ***susceptibilidade elevada*** para os grupos de indivíduos mais vulneráveis. A necessidade de protecção aos ventos, do quadrante SE, nesta área do concelho implica algumas opções (3ª e 4ª fase) como: i) uma malha urbana média ou elevada que evite a forte exposição aos ventos em resultado das suas condições naturais; ii) edifícios de altura média ou reduzida; iii) edifícios que evitem a orientação de maior exposição aos ventos (SE); iv) a escolha de janelas predominantemente verticais; v) a preferência de locais mais aplanadas e de reduzida altitude para a edificação.

A forte exposição a SE poderá demonstrar que a orientação NW-SE para as fachadas mais envidraçadas dos edifícios poderão não ser as mais adequadas. Tal facto leva-nos a sugerir a monitorização bioclimática em contextos fortemente expostos aos

43 No seu estudo, no âmbito da tese de mestrado, sobre "Os efeitos da intensificação dos processos de urbanização no balanço energético local: estudo de caso no Pólo da Asprela."

ventos de SE, no sentido de aí se descobrir orientações de edifícios que rentabilizem o conforto térmico indoor. A opção por orientações N-S, poderiam permitir, neste contexto não somente uma maior protecção aos ventos de SE mas também reduzir mais facilmente os ganhos solares no verão, (basta uma protecção horizontal numa fachada sul para um controlo eficaz dos ganhos solares), atendendo à defesa anterior da necessidade de se construir sem obstruções devido às necessidades de aquecimento no Inverno. A este propósito será válido ainda relembrar a importância no acto de edificação de se investir em ângulos de obstrução que não impeçam a radiação solar no Inverno.

O contexto bioclimático do ***Vale de Campanha*** não será significativamente diferente daquele que encontramos nas áreas marítimas e ribeirinhas, uma vez que, no verão, beneficiará de uma estratégia de arrefecimento por evaporação em resultado da proximidade aos cursos de água, ao Rio Tinto e ao Rio Torto. As principais diferenças residirão na menor influência da acção moderadora do mar e das condições naturais pouco propícia à rentabilização dos ganhos solares no Inverno. Nesta estação o efeito dos ventos, predominantes, de SE poderá ser mais marcante na temperatura do ambiente térmico devido ao facto desta área se tratar de uma configuração morfológica de vale favorável à deposição de massas de ar frias e densas. Se, por um lado, no verão, o Vale de Campanha poderá constituir um micro-contexto bioclimático de particular interesse e muito favorável, por outro lado, na estação oposta revelar-se-á desfavorável, o que no seu conjunto contribuirá para o associar a uma ***susceptibilidade bioclimática de nível baixo- médio***.

Face a esta avaliação, o tipo de estratégias (3ª e 4ª fase) a utilizar aproximar-se-ão das propostas pelo contexto bioclimático das áreas marítimas e ribeirinhas com algumas ligeiras diferenças que passam pela escolha de uma orientação de edifícios que evite uma excessiva exposição aos ventos de SE e, simultaneamente, de uma localização geográfica que potencie os ganhos solares no Inverno.

Ao **centro da cidade**, estará associada uma sensação muito intensa de calor, em resultado de entradas energéticas provocadas pela actividade antrópica, da insuficiência de um arejamento (quer do ponto de vista natural, quer do ponto de vista urbanístico) adequado às necessidades de renovação da poluição atmosférica, da menor acção amenizadora do mar e do rio nestas áreas, criam contextos particularmente desfavoráveis, do ponto de vista bioclimático, no Verão. GILES & all. *cit in* GANHO (1999, p.105) refere que *"em climas quentes ou na estação quente de climas temperados, especialmente em condições de «vaga de calor», a ilha de calor, agrava as situações de desconforto, especialmente, durante a noite, quando é mais intensa e a ilha de secura[44] mais incipiente".* Durante o Inverno, a cidade mantém temperaturas mais elevadas do que a periferia o que atenua a sensação de frio passível de se sentir noutras áreas, particularmente, do oriente da cidade. A propósito do contributo da ilha de calor urbano no efeito bioclimático, GANHO (1999, p.105) afirma que "*em climas temperados, na estação fria ou em climas frios, a existência de uma ilha de calor reduz a sensação de desconforto provocada pelo frio, muito embora este efeito seja mínimo se se tratar de temperaturas muito baixas. Por outro lado, se associada à ilha de secura, torna o frio mais suportável".* Todavia, a gravidade do contexto bioclimático possível de ser verificar, no verão, sugere uma ***susceptibilidade muito elevada*** para os indivíduos já vitimados pelo enfarte de miocárdio.

Uma vez que as áreas de menor exposição aos ventos corresponderão às elevadas densidades de construção do CBD e centro histórico portuense, podendo tais contextos serem desvantajosos para os seus residentes, interessará um investimento nas condições na ventilação dos edifícios, designadamente, em estratégias (3ª e 4ª fase) de: i) criação de aberturas em fachadas

44 *Ilha de secura* termo que designa a superior humidade relativa no interior da cidade relativamente ao espaço periférico. MONTEIRO (1993 a e 1993b) num estudo realizado através de monitorizações itinerantes na cidade do Porto, refere que seu núcleo central apresenta menores valores de humidade relativa comparativamente com as coroas periféricas, atribuindo um especial significado à existência de uma ilha de secura coincidente com a ilha de calor.

opostas; ii) existência de duas janelas em fracções habitacionais em que somente exista uma fachada; iii) criação de chaminés para auxiliar a ventilação; iv) criação de um dimensionamento inferior das aberturas por onde o ar entra, atendendo ao vento predominante, relativamente ao da saída; v) criação de um ângulo oblíquo entre a parede do edifício e a direcção do vento; vi) construção de edifícios pouco profundos com uma distância de fachada a fachada inferior a 5 vezes o pé direito com vista a conceber uma adequada ventilação natural; vii) opção de janelas predominantemente horizontais. Neste contexto poderão ser ainda sugeridas outras estratégias de arrefecimento, à escala urbanística, que poderão incluir: i) a criação de espaços sombra aos raios solares; ii) a implantação obrigatória de árvores em ruas com orientação N-S; iii) uma aposta em materiais de elevada massa térmica; iv) a escolha de pavimentações de maior albedo, destaque, para a necessidade de plantação de espaços verdes que para além de absorverem menos calor permitem o arrefecimento das massas de ar da envolvente através da evapotranspiração; v) a criação de mosaicos de água que possibilitem um arrefecimento por evaporação; vi) a escolha de plantas que privilegiem uma elevada rugosidade capaz de favorecer uma melhor penetração do ar no tecido urbano.

A diferenciação de contextos bioclimáticos apontar-nos-á, portanto, para a existência de áreas mais favoráveis à atenuação de situações climáticas extremas. Todavia a maior ou menor vulnerabilidade dos seus residentes dependerá do seu grau de debilidade física, assim como das ***condições dos seus abrigos***.

O *maior nível de vulnerabilidade térmica dos doentes* da amostra em estudo estará associado à coexistência de uma elevada susceptibilidade do contexto bioclimático *outdoor* (resultante das condições naturais) e à capacidade de resposta das suas habitações em os proteger. Assim, o contexto *indoor* será fundamental na diferenciação dos níveis de vulnerabilidade térmica destes doentes perante distintas influências bioclimáticas provenientes do exterior.

No Inverno, o concelho do Porto parece revelar uma diversidade de situações que se alternam entre os seus principais ***contextos bioclimáticos desfavoráveis***: i) o correspondente às áreas marítimas/ ribeirinhas; Ii) o do Vale de Campanha; iii) o do Norte de Paranhos e iv) o da faixa de SE de Paranhos, NW de Campanha e N do Bonfim.

O contexto das ***áreas marítimas/ribeirinhas*** apresenta algumas situações pouco favoráveis ao nível da rentabilização de ganhos solares conquistadas pelas características do edificado. Os doentes que residem na Pç. da Alegria (nº28), na Av. Rodrigues de Freitas (nº91), R. S. Vítor (nº37), R. de Gondarém (nº133) e na R. do Farol (nº177) constituem alguns exemplos de habitações que reúnem fracas condições de ganhos solares e, algumas delas, conjugam uma média e elevada exposição aos ventos de SE. A provável sensação de frio desta área poderá ser agravada pelas condições da habitação, contribuindo possivelmente para uma ***elevada vulnerabilidade térmica*** destes doentes.

No contexto do ***Vale de Campanha*** poderemos encontrar uma situação idêntica à do contexto anterior na R. do Meiral (nº150), no Bairro do Lagarteiro (nº2), no R. 8 de Setembro (nº66) e na Tv. de Pego Negro (nº54), de potencial ***elevada vulnerabilidade térmica.***

No ***Norte de Paranhos*** a situação de ***elevada vulnerabilidade térmica*** de alguns doentes, repetir-se-á, por exemplo, na R. de Antero Quental (nº185), na R. de Vale Formoso (nº84) e na R. de S. Dinis (nº138).

Na faixa de ***SE de Paranhos, NW de Campanha e N do Bonfim*** verificamos também alguns exemplos na R. de Lameira de Baixo (nº47), na R. Presa de Contumil (nº120), na R. Costa Cabral (nº139), na R. de Contumil (nº183) em que a ***elevada vulnerabilidade térmica*** destes doentes poderá ser uma realidade.

No Verão, o contexto bioclimático muito desfavorável do ***centro da cidade*****,** pouco ventilado e, sofrendo uma escassa acção amenizadora do mar associado a algumas habitações, aí localizadas, reveladoras de fortes ganhos solares, originarão o reforço de uma sensação de calor. Assim, os doentes residentes na R. do Bonjardim (nº25), na R. Santos Pousada (nº42), na R. Faria de Guimarães (nº61), e na R. da Constituição (nº72), pelas características dos seus abrigos poderão revelar uma ***elevada vulnerabilidade***.

A outra área da cidade, cujo contexto bioclimático é desfavorável para colmatar a sensação de calor sentida, corresponde à faixa de ***SE de Paranhos, NW de Campanha e N do Bonfim***, quer nos dias em que o Porto, é afectado pelos ventos quentes e secos do quadrante SE, quer nos dias em que sopram os ventos de NW de características húmidas, atenuadores das temperaturas máximas, dado a sua posição topográfica de abrigo. MONTEIRO[45] (1999) refere que "quando o ar sopra predominantemente de N, uma das áreas mais quentes da cidade, durante a noite, corresponde às áreas abrigadas da vertente oriental da plataforma acima dos 100 m que emerge na área leste da cidade". Esta área apresenta também algumas habitações potencialmente desfavoráveis, sendo disso exemplo, as habitações dos doentes que se localizam na R. S. Roque da Lameira, na R. Souto Contumil e na R. Tomás Ribeiro, passíveis de revelar uma ***vulnerabilidade de nível médio-elevado.***

A última questão-chave definida no início do trabalho consistiu em descobrir se **"O planeamento urbano reúne, actualmente, instrumentos de gestão territorial que lhe permita incorporar medidas de mitigação e de adaptação enquanto resposta às alterações climáticas?**

Desde logo, a proposta metodológica de análise bioclimática foi referindo a pertinência dos instrumentos de âmbito municipal na concretização de uma prática bioclimática no território, através dos planos directores municipais, de urbanização e de pormenor.

Os *Planos de Pormenor* pela escala que ocupam na definição do território poderiam assumir um papel activo e indicativo no âmbito de propostas bioclimáticas relativas a ângulos de obstrução solar, relação entre altura média dos edifícios e largura das ruas, bem como com aspectos intimamente relacionados com opções arquitectónicas dos edifícios e, respectiva envolvente. Sublinhe-se a ideia da importância de não se criar imposições aos investidores mas antes indicações precisas que os possam fazer compreender as mais valias de umas soluções em detrimento de outras. O papel destes planos encontrar-se-á muito próximo daquele que é proposto para os Planos de Urbanização.

Os *Planos de Urbanização* na sua missão de definição de linhas estruturantes do território, deveriam atender às suas especificidades bioclimáticas, no momento de escolha de um determinado tipo de planta. Recorde-se que a densidade, a rugosidade, a porosidade, os obstáculos à radiação solar, a permeabilidade dos solos, a disposição dos edifícios, entre outros aspectos, deveriam ser considerados como indicadores que influenciarão as diferentes condições de ventilação, radiação solar, humidade dos contextos à escala urbanística. Lembremos ainda que todos estes aspectos podem reforçar a melhor ou pior adaptabilidade dos espaços exteriores, por parte dos transeuntes.

[45] O projecto CLIAS encontra-se disponível em http://www.letras.up.pt/upi/clias/clias045.htm

Os *PDM'S* poderiam dar o seu contributo ao nível da integração dos estudos de análise biofísica do concelho, através da inclusão de um diagnóstico das respectivas condições climáticas, mediante um investimento prévio em monitorização climática. Após esta fase, os mesmos estudos de caracterização poderiam, com base na diversidade de técnicas bioclimáticas existentes, apresentar recomendações que contribuíssem para a definição da Planta de Ordenamento, bem como para a definição de áreas susceptíveis ao agravamento de determinadas patologias, do ponto de vista bioclimático, a serem incorporadas numa futura Carta de Risco Bioclimático do concelho.

Todavia, a identificação de diferentes instrumentos de gestão territorial existentes em Portugal incitou-nos a questionarmo-nos *qual seria a escala mais adequada para a implementação de considerações bioclimáticas no território?* Embora reconheçamos que a escala de análise preferencial de implementação bioclimática no território resida naquela que se encontra mais próxima da realidade dos cidadãos, nomeadamente, a local (exigindo ainda assim a análise das diferentes *nuances* que esta apresenta), outras escalas poderão ser tidas em consideração.

A escala supra-local de responsabilidade dos *Planos Intermunicipais*, de carácter estratégico, por excelência responsáveis pela visão integradora do território com a responsabilidade de "suprimir" as barreiras administrativas concelhias, poderia aproveitar os contextos de continuidade espacial, nomeadamente naturais, para validar as suas propostas de coerência no território.

A escala regional, de modo análogo à anterior, através dos *PROT'S*, poderia incluir uma visão bioclimática do território para o qual define orientações estratégicas. A síntese de factores regionais serviria, aliás, para compreender a influência que desempenham na caracterização de contextos climatológicos e, consequentemente, bioclimáticos.

À escala nacional, também o PNPOT parece reconhecer a necessidade de conservação e valorização do património natural, de utilização de modo sustentável dos recursos energéticos, assim como na prevenção dos próprios riscos naturais. Tal objectivo estratégico parece constituir um ponto de partida fundamental para a definição e execução de medidas específicas nos instrumentos estratégicos e regulamentares, anteriormente referidos.

Apresentadas as formas possíveis de implementação da bioclimatologia no território através da adequação dos vários instrumentos de planeamento, de distintas escalas, surge o momento de questionar *Qual a natureza com que os planos de ordenamento poderiam ser implementados?*

A resposta a esta questão pode necessitar de recorrer à abordagem ecossistémica aplicada ao entendimento da cidade e, que no presente momento, deverá ser alargada à ideia de território. Ora, se o território for entendido não como um cenário ao qual tiramos uma fotografia para posteriormente a contemplarmos, mas antes como um palco de um teatro cujo fundo sofre modificações à medida da acção dos actores, então a resposta ao tipo de natureza deverá privilegiar a compatibilização de usos. Quer isto dizer, que a coexistência de uma componente natural e social implica uma atitude, por parte do planeamento do território, flexível, indicativa, formativa, ajustada às mudanças repentinas, vocacionada para auscultar os seus agentes e actores. Neste sentido, a defesa de uma análise bioclimática encerrada em si mesma, demasiadamente normativa, restrita às condicionantes do desenho, absorvida no fim único de rentabilizar os recursos naturais poderia resultar em ideais utópicos e insensatos. Nessa perspectiva, a atitude de alguns planos de carácter regulamentar, deve ter a possibilidade de alargar um leque significativo de escolhas, sob pena de comprometer a flexibilidade que lhe deverá ser inerente.

Ainda relativamente ao papel dos instrumentos de gestão territorial que poderia ser válidos no actual contexto de envelhecimento das cidades portuguesas levaram-nos a procurar saber se *a análises bioclimáticas poderão ser dirigidas somente aos territórios que vão nascer de novo ou antes podem ajustar-se aos territórios envelhecidos?*

Os actuais territórios que se encontrem nessa situação, baseados nas figuras jurídicas existentes, responsáveis pela reabilitação urbana de zonas históricas e em áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística poderão retirar da prossecução de práticas bioclimáticas uma oportunidade para acrescentar valor ao produto final que pretendem apresentar, especialmente, aos edifícios. À medida que a consciencialização sobre a necessidade dos indivíduos protegerem o ambiente amadurece, em virtude da problemática das alterações climáticas, fruto das investidas científicas, da vulgarização da temática pelos media, da formação dos recursos humanos de uma sociedade, o consumidor possivelmente tenderá a incluir no seu processo de escolha não somente a variável preço mas também eficiência e protecção.

Em síntese, o planeamento urbano não necessitará de criar novos instrumentos de gestão territorial para a prossecução de medidas de mitigação e de adaptação perante um cenário de alterações climáticas, basta que todos os agentes de mudança estejam realmente consciencializados para a importância dos contributos bioclimáticos para um planeamento sustentável.

Perspectivas futuras

Actualmente a avaliação bioclimática do território permitirá somente sugerir *diferentes níveis de susceptibilidade espacial* de desencadeamento de uma determinada patologia, atendendo a uma diferenciação de contextos, assim como *grau de vulnerabilidade* dos indivíduos doentes em resultado da capacidade de protecção dos seus abrigos. Todavia, acreditamos que a confirmação de algumas dúvidas que a ***avaliação bioclimática*** ainda suscita, no futuro, poderá servir para orientar o desenvolvimento de uma ***cartografia de prevenção de risco bioclimático.*** Tal desafio implicará o aprofundamento de algumas questões que passam:

i) pelo conhecimento da *susceptibilidade temporal* de ocorrência de determinada patologia. Isto significará um investimento numa monitorização de registos de morbilidade e mortalidade, junto das instituições de saúde, que permita identificar especificamente o momento e, respectivas condições bioclimáticas, em que predomina este tipo de ocorrência em determinado local;

ii) por uma confirmação dos factores naturais influentes na *susceptibilidade espacial* que nos permita a diferenciação de contextos bioclimáticos, o que implicará uma avaliação bioclimática *outdoor* passível de traduzir o peso do sítio e/ ou das condições urbanísticas;

iii) por uma avaliação bioclimática *indoor*, na habitação dos indivíduos, que sirva para compreender a importância relativa do peso de cada indicador definido, ao longo do presente trabalho, influente nos *diferentes níveis de vulnerabilidade* dos seus residentes.

Tais perspectivas resultam do reconhecimento das inúmeras dificuldades que o presente trabalho enfrentou e, que de alguma forma condicionaram alguns aspectos do caso de estudo relativos ao *levantamento de informação,* durante o trabalho de campo, e aos resultados de *avaliação do conforto térmico indoor.*

Em relação ao reconhecimento da *susceptibilidade espacial* embora a presente proposta metodológica nos permita sugerir diferentes níveis de probabilidade de ocorrência de enfartes de miocárdio atendendo às características dos respectivos

contextos espaciais, não poderemos ignorar a necessidade de a confirmar através de uma rede de monitorizações climáticas que nos permita detectar as necessidades bioclimáticas predominantes.

Para além desta condicionante, apesar dos esforços de tentar reunir o máximo de informação com poder explicativo das condições térmicas *indoor*, através de uma análise qualitativa, que nos permitisse deduzir a *vulnerabilidade* associada ao abrigo dos doentes, vislumbraram-se, vários obstáculos como: a dimensão da amostra; informação que exigiria a procura de fontes demasiadamente minuciosas e confidenciais (p.ex. tipos de materiais e isolamentos utilizados no acto de construção ou de renovação das habitações); a incapacidade de medição e comparação da dimensão dos vãos envidraçados das janelas (atendendo à respectiva orientação e altura do piso); e a impossibilidade de captar o nível de obstrução resultante da morfologia do terreno.

No que concerne ao factores relativos à própria *arquitectura do edifício*, identificamos necessidades de compreender o efeito da dimensão das superfícies envidraçadas atendendo à sua orientação e à altura que estas se encontram. Considerando que os pisos térreos ou de menor altura são os que mais sofrem os maiores obstáculos à radiação solar directa poderá ser importante aumentar o tamanho das suas superfícies em relação ao existente em janelas cujos pisos não verificam um impedimento tão significativo das condições de radiação solar.

A recolha de informação relativa ao *material de construção* deveria ainda integrar o conhecimento de aspectos relativos ao tipo de isolamento passível de ser utilizado nas paredes (pelo exterior, interior ou na caixa-de-ar), na cobertura ou nos pavimentos. Este aspecto será, sem dúvida, um importante pormenor influente na capacidade de reduzir as perdas de calor, bem como na atenuação das amplitudes térmicas interiores.

Em relação aos *obstáculos solares*, outro aspecto deve ser apreciado, nomeadamente, o efeito da obstrução solar resultante das condições de terreno. Assim, em terrenos acidentados é importante identificar a exposição do edifício. Uma exposição norte deverá obrigar uma largura da rua superior a 1,5 vezes a altura do edifício, ao contrário, de uma exposição sul, onde se torna possível reduzir esta distância.

Contudo, por um lado, motivos relacionados com carências logísticas impossibilitaram a realização de tais tarefas, dados os elevados custos de equipamentos que a monitorização acarretaria. Por outro lado, o tempo imposto para a realização desta tese não permitiria um registo contínuo e suficientemente cuidado, a respectiva análise associada a potenciais conclusões. Acreditamos, por isso, que este tipo de trabalho exigiria a formação de uma equipa de recursos humanos, recursos financeiros e prazos mais alongados que uma tese de mestrado dificilmente possibilita.

Quando todos estes obstáculos forem ultrapassados, o *planeamento urbano* reunirá as condições necessárias para contribuir, em parceria com os profissionais de protecção civil e de saúde, na realização de uma cartografia de prevenção de risco bioclimático, nomeadamente, para a prevenção de doenças tão comuns na nossa sociedade como é o caso do enfarte de miocárdio.

Bibliografia

ADRIAZOLA, M., (2002), " Avaliação do desempenho térmico em salas de aula do CEFET-PR, Unidade de Curitiba", dissertação de mestrado em tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica no Paraná, Curitiba, 2002

AGUAS, (2001), "Conforto térmico", Módulo de mestrado em construção do Instituto Superior Técnico, Lisboa

AGUIAR, R., OLIVEIRA, M., GOBÇALVES, H. "Energia", in: SANTOS, F.; MIRANDA, P., (editores), (2006), "Alterações climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação" - Projecto SIAM, Gradiva, Lisboa, pp.275-300

ALCOFORADO, M., (1993), "O clima da região de Lisboa: Contrastes e ritmos térmicos", Centro de Estudos Geográficos Universidade de Lisboa", Lisboa

ALCOFORADO, M., (1999), "Aplicação da climatologia ao planeamento urbano – alguns apontamentos" in «Finisterra», XXXIV, 67-68,pp.83-94

AMORIM, C. (1998) "Desempeho térmico de edificações e simulação computacional no contexto da arquitectura bioclimática – estudo de casos na região de brasília" Tese de mestrado, Faculdade de Arquitectura e Urbanismo da Universidade de Brasilia, Brasilia

AMADO, M., (2005), "Planeamento Urbano Sustentável", Caleidoscópio, Casal de Cambra

ANDREASI, W. (2001), "Avaliação do impacto de estratégias bioclimáticas na temperatura interna de edificações no Passo do Lontra Pantanal do Estado de Mato Grosso do Sul", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

AYLIN, P.; MORRIS, S.; WAKEFIELD, J.; GROSSINHO, A.; JARUP, L.; ELLIOT, P., (2001), "Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986-1996" in «International Journal of Epidemiology», 30, pp.1100-1108

BALKESTAHL, L. (2005) "Os efeitos da intensificação dos processos de urbanização no balanço energético local: estudo de caso no polo da Asperela, Tese de mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto

BARBOSA, M (1997), "Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares", Dissertação de Doutoramento em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

BARROSO-KRAUSE (2005), "Bioclimatismo no projecto de arquitectura: dicas de projecto", FAU-UFRJ, p.68

BARRY, R.; CHORLEY, R. (1999), "Atmósfera, tiempo y clima", Ediciones Omega, S.A., Barcelona

BRANDÃO A. (2003), "Avaliação da Qualidade do Espaço Público Urbano – Proposta Metodológica", Fundação para a Ciência e Tecnologia / Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa

BRÁZDIL, R.; PFISTER, C.; WANNER, H.; STORCH, H.; LUTERBACHER, J., (2005),"Historical climatology in Europe – The state of art" in «Climate change», 70, pp.363-430

BITAN, A. (1984), "Climatic data analysis and its use and representation for planners" in «Energy and Buildings», 7, pp. 11-22

BITAN, A. (1988), "The methodology of applied climatology in planning and building" in «Energy and Buildings», 11, pp.1-10

BOGO, A.; PIETROBON, C.; BARBOSA, M.; GOULART, S.; PITTA, T.; LAMBERTS, R. (1994), "Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico", Núcleo de pesquisa em construção, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

BUCHER, K; HAASE, C., (1993), "Meteorotropy and medical-meteorological forecast", Zentrale Medizin- Meteorologische Forschungsstelle dês Deutschen Wetterdienstes, Freiburg, Germany

CALHEIROS, J. CASIMIRO, E (2006) "O Saúde Human e implicações para o turismo" in: SANTOS, F.; MIRANDA, P., (editores), (2006), "Alterações climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação" - Projecto SIAM, Gradiva, Lisboa, pp.237-270

CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO, (2005), "Cartografia da Estrututra Ecológica Municipal", In "3ª Geração Plano Director Municipal – Porto".

CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO, (2005), "Carta de planimetria 1/1000", In "3ª Geração Plano Director Municipal – Porto".

CÂMARA MUNICIPAL DO PORTO, (2003), "Carta Geotécica da Cidade do Porto – Carta Hidrogeológica", 2ª edição

CAMARGO, J.; FARIA, M., (2002), "Impacto do aquecimento global em sistemas de condicionamneto de ar" in «Revista de ciências exatas», Taubate, V, 5-8, pp. 107-207

CARACRISTI, I., (2002), "Geografia e representações gráficas: uma breve abordagem crítica e os novos desafios tecno-metodológicos perpassando pela climatologia" in «Revista brasileira de cartografia», nº55, pp.15-24

CHANG, C.; SHIPLEY, M.; MARMOT, M.; POULTER, N., (2004), "Lower ambient temperature was associated with an increased risk of hospitalization for stroke and acute myocardial infarction in young women", in «Journal of clinical Epidemiology», 57, pp.749-757

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, (1996), "Cidades Europeias Sustentáveis – relatório", Direcção Geral XI, Ambiente, Segurança Nuclear e Protecção Civil, Bruxelas

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, (2000), "Comunicação da comissão – relativa ao princípio de precaução", Bruxelas

COMISSÃO PARA AS ALTERAÇÕES CIMÁTICAS, (2001), "Programa nacional para as alterações climáticas – estudos de base para a fundamentação do programa ", Direcção Geral do Ambiente, Lisboa

CUADRAT, J.; PITA, M., (2000), "Climatologia", Cátedra, Madrid

D'AMICO, F. C. (2000) «Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual», *Boletín CF+S*, 14, Instituto Juan de Herrera, Madrid

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA, CENTRO DE ESTUDOS EM ECONOMIA DA ENERGIA, DOS TRANSPORTES E DO AMBIENTE, INSTITUTO DE AMBIENTE (2003), "Plano nacional para as alterações climáticas: cenários e esforços de redução", INSTITUTO DE AMBIENTE, Lisboa

DESSAI, S.; LU, X; RISBEY, J. (2004), "On the role of climate scenarios for adaptation planning" in «Global Environmental Change», 15, pp.87-97

DESSAI, S., (2002), "Heat stress mortality in Lisbon Part I – model construction and validation" in «Int J Biometeorol», 47, pp. 6-12

DESSAI, S., (2003), "Heat stress mortality in Lisbon Part II –An assessment of the potencial impacts of climate change" in «Int J Biometeorol», 48, pp. 37-44

DESSAT, S.; TRIGO, R., (2001), "A ciência das alterações climáticas" in «Finisterra», XXXVI, 71, p.117-132

DIÁRIO DA REPÚLICA, I Série – A, Dec. Lei nº 80/2006, 4 Abril: "RCCTE – Regulamento das Características do Comportamento Térmico dos Edifícios"

DIAS, D. (2000), "O clima urbano de Matosinhos: um indicador de qualidade de vida e bem-estar", Tese de mestrado, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto

DÍAZ, J.; GARCIA, R.; LÓPEZ, C.; JÓRDAN, A. (2002a), "Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly" in «Int Arch Occup Environ Health», 75, pp.163-170

DÍAZ, J.; GARCIA, R.; VELÁSQUEZ DE CASTRO, F.; HERNÁNDEZ, E.; LÓPEZ, C.; OTERO, A. (2002b), "Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997" in «Int J Biometeorol», 46, pp.145-149

DIÁZ, J.; GARCIA, R.; LÓPEZ, C.; LINARES, C.; TOBIAS, A.; PRIETO, L., (2005), "Mortality impact of extreme winter temperatures" in «Int J Biometeorol», 49, pp.179-183

DÍAZ, J.; GARCIA-HERRERA, TRIGO, R.; LINARES, C. (2006), "The impact of summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?" in «Int J Biometeorol», 50, pp.159-166

DIEGO, M., (1996), "Arquitectura integrada en el medio ambiente", Seminário de Arquitectuta Integrada en el Medio Ambioente, E.T.S., Arquitectura, Madrid

DIRECÇÃO GERAL de SAÚDE (2005), "Avaliação do Plao de Contingência para as Ondas de Calor 2005", DGS, Lisboa

EUROWINTER GROUP, (1997), "Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe" in «The Lancet», 349, pp.1341-1346

ELIASSON, I. (2000), "The use of climate knowledge in urban planning" in «Landscape and Urban Planning, 48, pp.31-44

ESTEVES, M. (1997), "Estudo bioclimático da região de Viseu", Dissertação de Mestrado do Departamento de Física da Universidade de Aveiro, Aveiro

ESTEVES, T. (2004), "Base de dados do potencial energético do vento em Portugal – metodologia e desenvolvimento", Tese de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Liboa, Lisboa

FARIA, J. (1964), "Condições climáticas de Moçambique" in «Clima, conforto humano e habitação», Sociedade de estudos de Moçambique, Lourenço Marques, pp.49-59

FERNANDES, A. (2002), "Comportamento higrotérmico do corpo humano", Universidade Católica de Góias, Departamento de Artes e Arquitectura

FERNANDES, O.; YANNAS, S. (s/d), "Energy and Buildings for temperature climates – a Mediterranean Regional Approch", Pergamon Press, Great Britain

FERREIRA, C.; SIMÕES, N. (1986), "A evolução do pensamento geográfico", Gradiva, Lisboa

FIDÉLIS, T. (2001), "Planeamento territorial e ambiente – o caso da envolvente à Ria de Aveiro", Principia, S. João do Estoril

FEZER, F. (1982), "The influence of building and location on the climate of settlements" in «Energy and Buildings», 4, pp.91-97

FOUCAULT, A. (1996), "O clima: História e devir do meio terrestre", Instituto Piaget, Lisboa

FUKUOSA, Y. (1997), "Biometeorological studies on urban climate" in «Int J Biometeorol», 40, pp.54-57

GANHO, N. (1996), "A ilha de calor de Coimbra – efeitos bioclimáticos de contrastes termohigrométricos espaciais" in «Cadernos de Geografia», nº especial, Actas do I Congresso de Geografia de Coimbra, Coimbra, pp.27-36

GANHO, N. (1998),*"O clima urbano de Coimbra – estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento do território",* Dissertação de Doutoramento da Universidade de Coimbra, Faculdade de Letras, Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra

GANHO, N. (1999), "Clima urbano e a climatologia urbana – fundamentos e aplicação ao ordenamento urbano" in «Cadernos de Geografia», nº18, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, pp.97-127

GANHO, N. (2000), "Contrastes higrométricos entre o centro e a periferia urbana de Coimbra – sentido, intensidade e ritmo diário" in «Cadernos de Geografia», nº19, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, pp.69-81

GARCIA, F. (1995), "Manual de Climatología Aplicada: Clima, Médio Ambiente y Planificación", Editorial Sintesis, Madrid

GEIGER, R. (1990), "Manual de microclimatologia – o clima da camada de ar junto ao solo", Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª edição, Lisboa

GHISI, E.; TINKER, J.; IBRAHIM, S., (2005), "Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional" in «Revista do Ambiente Construído», Porto Alegre, v.5, n4, pp.81-93

GOLANY, G. (1996), "Urban design morphology and thermal performance" in «Atmospheric Environment», vol.30, n3, pp.455-465

GIVONI, B. (1998), "Climate Considerations in Building and Urban Design", John Wiley & Sons, USA

GÓMEZ, F.; TAMARIT, N.; JABALOYES, J. (2001), "Green zones, bioclimatis studies and human comfort in the future development of urban planning" in «Landscape and Urban Planning», 55, pp.151-161

GONÇALVES, H.; GRAÇA, J. (2004), "Conceitos bioclimáticos para os edifícios em Portugal", Tipografia Peres, Amadora

GONZALEZ, E.; HINZ, E.; OTEIZA, P.; QUIROS, C., (1986a), "Projecto, clima y arquitectura", vol I, Ediciones G. Gili, S.A., México

GONZALEZ, E.; HINZ, E.; OTEIZA, P.; QUIROS, C., (1986b), "Projecto, clima y arquitectura", vol II, Ediciones G. Gili, S.A., México

GONZALEZ, E.; HINZ, E.; OTEIZA, P.; QUIROS, C., (1986c), "Projecto, clima y arquitectura", vol III, Ediciones G. Gili, S.A., México

GRAÇA, J.; BENTO, J.; GONÇALVES, H.; AGUIAR, R., (2000), "Um sistema baseado em conhecimento para promover uma maior eficiência energética dos edifícios em Portugal", IX Congresso Ibérico de Energia Solar, III Jornadas Técnicas sobre Biomassa, Córdoba

GRUPO DE PERITOS SOBRE AMBIENTE URBANO, (1996), "Cidades europeias sustentáveis", COMISSÃO EUROPEIA DG XI, Relatório - Ambiente, segurança nuclear e protecção civil, Bruxelas

GULYÁS, A.; UNGER, J.; BALÁZS, B.; MATZARAKIS, A. (2003), "Analysis of bioclimatic conditions within different surfaces structures in a medium-sized city (Szeged, Hungary)", Acta climatologica et crorologica, Universitatis Szegediensis, 36-37, pp.37-44

HAYHOE, K.; KALKSTEIN, L.; MOSER, S.; MILLER, N. (2004), "Rising heat and risks to human health: technical appendix", Union of Concerned Scientists, Cambridge

HARRIS, A. L. N. C., (1999) Metodologia baseada na Teoria dos Sistemas Nebulosos (Fuzzy System Theory) para o tratamento das informações subjectivas do projecto arquitectônico", Tese de doutoramento, Escola Politécnica da Universidade de S. Paulo, S. Paulo, pp.160

HAVENITH, G.; HOLMÉR, I.; PARSONS, K. (2002), "Personal factors in thermal comfort assessment: clothing properties and metabolic heat production" in «Energy and Buildings», 34, pp.581-591

HENTSCHEL, G., (1987), "A human biometeology classification of climate for large and local scales", Proc. WMO/ HMO/UNEP Symposium on climate and human health, WCPA, 1, Leningrad

HERZ, R. (1988), "Considering climatic factors for urban land use planning in the Sahelian Zone" in «Energy and Buildings», 11, pp.91-101

HIGUERAS, E. (1997), "Urbnismo bioclimático – critérios medio-ambientales en la ordenación de asentamientos", Tese de doutoramento, Escola Técnica Superior de Madrid, Madrid

HIGUERAS, E. (2006), "Urbanismo bioclimático", Editorial Gustavo Gili, SL, Amadora

HOPPE, P. (1993a), "Heat balance modelling", Institute and Outpatient for Occupational Medicine, University of Munich, Munchen, Germany

HOPPE, P. (1993b), "Indoor climate", Institute and Outpatient Clinic for Occupational Medicine, University of Munich, Germany

HOPPE, P., (2002), "Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort" in «Energy and Buildings», 34, pp.661-665

INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1998) Carta Militar de Protugal, 1/25.000, Série M888, Folha 122 (Porto)

INSTITUTO NACIONAL DR. RICARDO JORGE, (2003), "Onda de calor de Agosto de 2003: repercussões sobre a saúde da população", Relatório de estimativas provisórias, Observatório Nacional de Saúde, Lisboa

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), (2001), "Tercer informe de evaluácion : cambio climático de 2001- la base científica", OMM & PNUMA

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), (2001), "Impactos, adaptción y vulnerabilidad – resumo para responsables de políticas", OMM

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), (2001), "Informe especial del IPCC, impactos regionais del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad", OMM, PNUMA, WMO, UNEP

INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), (2001),"Cambio climático 2001: mitigación – resumo para responsables de políticas"OMM, PNUMA

INSTITUTO DE SOLDADURA E QUALIDADE, (1996), "Térmica dos edifícios", Projecto Save, Oeiras

JAUREGUI, E., (1993), "Urban bioclimatology in developing countries", part I, in «Experientia», 499, pp.964-968

JENDRITZKY, G. (1993), "Human biometeorology" part I, in «Experientia», 499, pp.733-740

JENDRITZKY, G.; MAAROUF, A.; STAIGER, H. (2001), "Looking for a Universal Thermal Climate Index for outdoor applications", Windsor Conference on Thermal Standards, Windsor, U.K.

JOHNSON, H. KOVATS, RS.; McGREGOR, G.; STEDMAN, J.; GIBBS, M.; WALTSON, H. (2005), "The impact of 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates" in «Eurosurveillance», vol.10, pp. 7-9

KALKSTEIN, L.; SMOYER, K., (1993), "The impact of climate change on human health: some international implications", Department of Geography, University of Delaware, Newark

KALKSTEIN LS, GREENE JS., (1997), "An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change" in « Environ Health Perspect», 105, pp. 84-93

KALKSTEIN LS; WATS, (2004), "The development of a warm-weather relative stress index for enviromenmtal applications" in «Journal of Apllied Meteorology», vol.43, pp.503-513

KANDEL, R., (1995), "A evolução dos climas", Terramar, Lisboa

KOPPE, K.; KOVATS, S.; JENDRITZKY, MENNE, B. (2003), "Heat-waves: risk and responses" in «Health and Global Environmental Change», series nº 2, World Health Organization, Europe

KOVATS, S.; MENNE, B.; McMichael, A. ; Corvalan, C. ; BERTOLLINI, R. ; (2000), "Climate change and human health: impact and adaptation", World Health Organization, Geneva & Roma

KOVATS, S.; EBI, K.; MENNE, B. (2003), "Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change", WORLD HEALTH ORGANIZATION, series n 1, Europe

KOENIGSBERGER, O.H.; INGERSOLL, T.G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S.V., (1977) Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales. Madrid: Paraninfo

KUTTLER, W., (1988), "Spatial and temporal structures of the urban climate - a survey", in "Environmental Meteorology", Greffen, K., Lobel, J. (eds.), Kluwer Academic Publ., Dordrecht, pp. 305-333.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A.; CARLO, J., (2005), "Desempenho térmico de edificações", LabEEE – laboratório de eficiência energética em edificações , Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

LANHAM, A.; GAMA, P.; BRAZ, R., (2004), "Arquitectura bioclimática - perspectiva de inovação e futuro", Seminários de Inovação, Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa

LOUREIRO, K.; CARLO, J.; LAMBERTS, R. (S/d), "Estudos de estratégias bioclimáticas para a cidade de Manaus", LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Núcleo de pesquisa em construção, Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis

LOURENÇO, L. (2003), "Análise de risco e gestão de crises – o exemplo dos incêndios florestais" in «Territorium», Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra

MADUREIRA, H. (2002), "Processos de transformação da estrutura verde do Porto" in «Revista da faculdade de Letras – Geografia», I série, vol. XVII – XVIII, Porto, pp.137-218

MALLICK, F. (1996), "Thermal comfort and building design in the tropical climates" in «Energy and Buildings», 23, pp.161-167

MARIA, D., (2005), "Regulamento Geral das Edificações Urbanas", Publisher Team, Lisboa

MARTINEZ, A.; PÉREZ, I.; ZÁRATE, A.; VIQUEIRA, L., (2005), « El concepto de temperatura efectiva aplicado a las tarifas domésticas en el Oriente del México" in «Investigaciones geográficas», Boletim do Instituto de Geografia, UNAM, 58, pp.106-121

MASCARÓ, L. R. (1983), "Luz, clima e arquitectura", S. Paulo, Nobel, pp.165-186

MASMOUDI, S; MAZOUZ, S. (2004), "Relation of geometry, vegetation and thermal comfort around buildings in uran settings, the case of hot arid regions" in «Energy and Buildings», 36, pp.710-719

MATA, L. (1964a), "Clima – conforto humano – habitação: generalidades" in «Clima, conforto humano e habitação», Sociedade de estudos de Moçambique, Lourenço Marques, pp.9-25

MATA, L. (1964b), "Análise das condições climáticas de Moçambique, segundo um critério de conforto humano dentro da habitação", Sociedade de estudos de Moçambique, Lourenço Marques, pp.75-106

MAYER, H. (1993), "Urban bioclimatology" in «Experientia» 49, pp. 957-953

MELO, A., (2002), "Desenvolvimentos recentes em blocos de betão leve" in «Seminário sobre paredes de alvenaria», Lourenço & H. Sousa (Eds.), Porto

McHarg, I., (1969), "Design with nature", Natural History Press, New York

MENDONÇA, P. J. (2005) "*HABITAR SOB UMA SEGUNDA PELE:* Estratégias para a Redução do Impacto Ambiental de Construções Solares Passivas em Climas Temperados, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Guimarães

MENDONÇA, R.; ASSIS, E. (2003), "Conforto térmico urbano: estudo do caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG" in «Ambiente Construído», vol.3, n3, pp.45-63, Porto Alegre, Brasil

MENDONÇA, F. (2000), "Aspectos da interacção clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental" , R. RA'EGA, Editora da UFPR, Curitiba, 4, pp.85-99

MINISTÉRIO DO AMBIENTE, DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, (2006), " Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território", Relatório para discussão pública, Lisboa

MINISTÉRIO DA HABITAÇÃO, URBANISMO E CONSTRUÇÃO, "Lei dos solos", dec.-lei nº 794/76, de 5 de Novembro de 1976

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, "Regulamento Geral das Edificações Urbanas", dec.-lei nº 38/382 de 7 de Agosto de 1951

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E HABITAÇÃO, "Regime excepcional de Reabilitação urbana para as zonas históricas", Diário da República I Série-A, Nº 107, Dec. Lei nº 104/2004 de 7 de Maio

MIRANDA, P. (2001), "Meteorologia e ambiente", Universidade Aberta, Lisboa

MEUSEL, D.; MENNE, B.; KIRCH, W.; BERTOLLINI, R. & BRATISLAVA COLLABORATING GROUP (2004), „Public health responses to extreme weather and climate events – a brief summary of the WHO meeting on this topic in Bratislava on 9-10 February 2004" in «J Public Health», 12, pp.371-381

MIDGLEY, R. (Ed.), (1997), "Enciclopédia de medicina", Selecções do reader's digest, Mirandela Artes Gráficas S.A., Lisboa

MIRANDA, P., VALENTE, M., TOMÉ, A., TRIO, R., COELHO, M. F., AGUIAR, A., AZVEDO, E. (2006) "O clima de Portugal nos séculos XX e XXI" in: SANTOS, F.; MIRANDA, P., (editores), (2006), "Alterações climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação" - Projecto SIAM, Gradiva, Lisboa, pp.49-110

MONTEIRO, C., (1976), "Teoria e clima urbano", Série Teses e Monografias, nº25, p.1-181

MONTEIRO, A. (1989 a), "A composição química da atmosfera: contributo da climatologia para a implementação de uma política de desenvolvimento sustentado" in «Revista da Faculdade de Letras – Geografia», I Série, Vol. V., pp.257-294

MONTEIRO, A. (1989 b), "Contribuição para o estudo da degradaçãon da qualidade do ar na cidade do Porto" in «Revista Faculdade de Letras – Geografia», I Série, Vol. V., pp.5-31

MONTEIRO, A. (1993), "Est-ce qu'il y a des raisons suffisantes pour parler d'un îlot d'humidité urbain dans la ville de Porto? ", Actes du Colloque de Climatologie, AIC, Thessaloniki, p.585 a 593

MONTEIRO, A. (1996/97), "O edifício da FLUP é um edifício doente? Algumas reflexões sobre o conforto bioclimático em espaços interiores" in «Revista da Faculdade de Letras – Geografia», I Série, Vol. XII/XIII, pp.5-38

MONTEIRO, A., (1997), "O clima urbano do Porto: Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa

NATIONAL OCEANIC and ATMOSPHERIC ADMINISTRATION, (2003), "Report on Wind Chill Temperature and Extreme Heat Indices: Evaluation and Improvement Projects", Office of the Federal Coordinator for Meteorological Services and Supporting Research, Washington

NIEUWOLT, S., (1986), "Design for Climate in Hot, Humid Cities" in «Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas», Proc. Conf. organized by WMO/World Health Organization, Cidade do México, Geneva, pp 514-534.

NIKOLOPOULOU, M.; STEEMERS, K. (2003), "Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces" in «Energy and Buildings» 35, pp.95-101

NOGUEIRA, M; DURANTE, L.; NOGUEIRA, J. (2005), "Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-Mt: estudo de caso" in «Revista Electrónica do Mestrado em Educação Ambiental», vol, 14, pp.37-49

OLGYAY, V., (1998), "Arquitectura y clima: Manual de diseno bioclimático para arquitectos y urbanistas", Editorial Gustavo Gili, Barcelona

OKE, T. (1984), "Towards a prescription for the greater use of climatic principles in Settlement planning" in «Energy and Buildings», 7, pp.1-10

OKE, T. (1987), "Boundary layer climates", Routledge, New York

OKE, T. (1988), "Street design and urban canopy layer climate" in «Energy and Buildings», 11, 103-113

OLIVEIRA, T.; RIBAS, O., (1995), "Sistemas ambientais de controle das condições ambientais de conforto", Secretaria de assistência à saúde, Ministério da Saúde do Brasil, Brasília

OROZCOV, A., (2004), "Estudio del bioclima humano en dieciséis localidades del Estado de Tabasco mediante el índice de conforto temperatura efectiva", Universidade Autónoma de Tabasco, México, 20 (40), pp. 69-80

PACHECO, A.; VITORELLO, I., (1996), "Inércia térmica de rochas observada no infravermelho termal" in «Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto», Salvador, pp.14-19

PANIZZA, M. (1990), "Geomorfología applicata a rischio e all'impatto ambientali. Un esempio nelle Dolomiti (Italia)", Actas de la 1º Reunión Nacional de Geomorfología, Tomo I. Teruel, SEG, Instituto de Estudios Turolenses, pp. 1-16.

PAN, W.; LI L.; TSAI, M. (1995), "Temperature extremes and mortality from coronary heart disease and cerebral infarction in elderly chinese" in «The Lancet», 345, pp.353-355

PEIXOTO, J. (1983), "O homem, o clima e o ambiente – os processos do dióxido de carbono e da precipitação ácida", in «Separata do Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa», Lisboa

PEIXOTO, J. (1997), "O sistema climático total e seus componentes", EXPO' 98, Lisboa

PICOT, X. (2004), "Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth – case study: Piazza della Scienza, Milan, Italy" in «Energy and Buildings», 36, pp.329-334

PINHO, P. (1995) "A propósito da qualidade do ambiente urbano: contributos para a crítica do livro verde da União Europeia", in «Inforgeo», 9-10, pp.27-38

PINHO, O. (1997), "A interacção ser humano – clima de Aveiro: A Ilha de calor urbana – O conforto climático e a saúde humana", Dissertação de Mestrado, Departamento de Física da Universid3ade de Aveiro, Aveiro

POLER, M. (1968), "Arquitectura e clima", Banco Obrero, Caracas

POTCHTER, O. (1988), "Climatic aspects in rural settlement development in Hot, Arid Zones: A case study of the Central Jordan Valley" in «Energy and Buildings», 11, pp.73-89

PRADO, R.; FERREIRA, F. (2005), "Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of buildings roof materials" in «Energy and Buildings», 37, pp.295-300

PRESSMAN, N. (1988), "Developing climate – responsive winter cities" in «Energy and Buildings», 11, pp.11-22

REIS, H. (2006), "Curas termais & etc. – em Portugal e na Galiza", Edições da Universidade do Porto, Porto

RODRIGUES, B.M. (1978), "A bioclimatologia e a produtividade laboral" in "Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica", 1, 1, pp. 5-71

RODRIGUES, C., (2001), "A teoria geossistémica e a sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais" in «Revista do Departamento de Geografia», Universidade São Paulo, 14, pp.69-77

ROMERO, M. (1988), "Princípios bioclimáticos para o desenho urbano", Projecto, São Paulo

ROSE, J.; HUQ, A.; LIPP, E., (2001), "Health, climate and infectious disease: a global perspective", Report from American Academy of Microbiology, Washington

SAARONI, H., (2003), "The impact of small lake on heat stress in a Mediterranean urban park: the case of Tel Aviv, Israel" in «Int J Biometeorol», 47, pp.156-165

SÁNCHEZ, L.; (1991), "El clima y las aguas", Editorial Síntesis SA, Madrid

SANTOS, R., (2004), "Morfología urbana e conforto térmico", Seminário de Integração, Faculdade de Arquitectura e Urbanismo, Universidade de São Paulo

SANTOS, F., (2006) "Problemática das Alterações Climáticas no início do Séc. XXI" in: SANTOS, F.; MIRANDA, P., (editores), (2006), "Alterações climáticas em Portugal: Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação" - Projecto SIAM, Gradiva, Lisboa, pp.21-41

SENA, C., (2004), "Análise comparative entre o método de Mahoney Tradicional e o método de Mahoney nebuloso para caracterização do clima num projecto arquitectónico", dissertação de mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo

SERRA, R. (1989), "Clima, lugar y arquitectura", Manual de diseño bioclimático, Centro de Investigaciones Energéticas – CIEMAT, Madrid

SERRA, R. (1999), "Arquitectura e Climas", Editorial Gustavo Gili, SA, Barcelona

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. (2000), "Vegetation as a climatic component in the design of an urban street – an empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with tress" in «Energy and Buildings, 31,pp.221-235

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. (2003), "Geometry and orientation aspects in passive cooling of canyon streets with trees" in «Energy and buildings», 35, pp.61-68

SHAVIV, E. (1984), "Climate and building design – tradition, research and design tools" in «Energy and Buildings», 7, pp.55-69

SHIMODA, Y. (2003), "Adaptation measures for climate change and the urban heat island in Japan's built environmental" in «Building Research & Information», 31 (3-4), pp.222-230

SIMÕES, T. (1999), "Caracterização do escoamento atmosférico e locais com elevado potencial eólico", Relatório de estágio de licenciatura, Fauldade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lsboa

SKAGES, R., (2004), "Climatology in American Geography" in «Annals of association of American geographers», 94, (3), pp. 446-457

SOARES, D. (1964), "Fisiologia da termorregulação – resposta fisiológica do homem às condições climáticas – acidentes de calor mais frequentes" in «clima, conforto humano e habitação», Sociedade de estudos de Moçambique, Lourenço Marques, pp.27-48

SOUZA, L; RODRIGUES, D.; MENDES, J. (2003), "Expandindo um SIG -3 D para aplicação em conforto ambiental em nível urbano", ENCAC – COTEDI, Curitiba, Brasil

SVENSSON, M.; THORSSON, S.; LINDQVIST, S. (2003), "A geographical information system model for creating bioclimatic maps – examples from a high, mid-latitude city" in «Int J biometeorol», 47, pp.102-112

THE EUROPEAN COMISSION, ARCHITECT'S COUNCIL OF EUROPE, ENERGY RESEARCH GROUP, SOFTECH, SUOMEN ARKKITEHTILIITO, ORDEM DOS ARQUITECTOS, (2001), "A green vitruvius – Princípios e práticas de projecto para uma arquitectura sustentável", Ordem dos Arquitectos, Costa e Valério

TALAIA (2004), "O conforto humano e as alterações climáticas: um caso de estudo em ambiente quente", XXVIII Jornadas Científicas de La Asociación Meteorológica Española, Universidade de Extremadura, Badajoz

TRABULO, F. (1964), "Arquitectura e clima", in «Clima, conforto humano e habitação», Sociedade de estudos de Moçambique, Lourenço Marques, pp.107-123

TOJO, J. (1990), "Clima, território e urbanismo", Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Madrid

UNGER, J. (1999), "Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city" in «Int J Biometeorol», 43, pp.139-144

UNIÃO EUROPEIA (1994), "Carta das cidades europeias para a sustentabilidade", Conferência Europeia sobre cidades sustentáveis, Aalborg, Dinamarca

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM, HARVARD MEDICAL SCHOOL, SWISS RE, "Climate change futures – health, ecological and economic dimensions", The center for health and the global environment, Harvard

WANNER, H. (1993), "Effects of atmospheric pollution on human health", Department of Hygiene and Applied Physiology, Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland

UNITED NATIONS (1971) "Climate and house design: design of low-cost housing and community facilities", Department of Economic and Social Affairs, UN, New York, vol. 1.

VÁZQUEZ ESPÍ, M. (1999) «Una brevísima historia de la arquitectura solar», *Boletín CF+S*, 9, Instituto Juan de Herrera, Madrid

WEGLEY, H. L., RAMSDELL, J. V., ORGIL, M. M., DRAKE, R. L. (1980) "A sitting handbook for small wind energy conversion systems", Windbooks, Washington, USA

WISSENARD, A., (1937), "L' home et le climat", Paris

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2003), "Climate change and Human Health – risks and responses", WHO library, France

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2003), "The health impact of 2003 summer heat-waves" – briefing note for the delegations of the fifty-third session of the WHO Regional Committee for Europe", Vienna, Austria

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2004), "Extreme weather and climate events and public health responses", Report on a WHO meeting Bratislava, Slovakia

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2004), "Heat-waves: risks and responses", Health and Global Environmental Change SERIES, No. 2, Copenhaga

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2004),"Review of evidence on housing and health", Fourth Ministerial Conference on Environment and Health, Budapest, Hungary

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2005), "Is housing improvement a potencial health improvement strategy?", Health Evidence Network, Copenhagen, Denmark

Sites Consultados

http://www.letras.up.pt/upi/clias/clias045.htm
http://habitat.aq.upm.es/
http://www.iclei-europe.org/
http://www.spes.pt/
http://www.ancruziros.pt
http://who.int
http://www.hm-treasury.gov.uk
http://www.sternreview.org.uk
http://maodtr.gov.pt
http://www.dgotdu.pt
http://www.inh.pt
http://www.snbpc.pt
http://www.wmo.ch
http://www.labeee.ufsc.br
http://portovivosru.pt
http://www.earth.google.com
http://www.maps.google.com
http://snig.igeo.pt
http://www/unep.org/
http://www.fau.usp.br
http://fisica.ufpr.br/
http://www.atmosphere.mpg.de
http://www.meteogalicia.es
http://www.ametsoc.org
httpp://www.nws.noaa.gov/om/brochures/heat_wave.shtml
http://students.fct.unl.pt/users/fnf/al21/parte1.html

Apêndices

Apêndice A - Atribuição de valores qualitativos favoráveis aos ganhos solares nos edifícios atendendo ao indicador "orientação"

Apêndice B – Atribuição de valores qualitativos potenciadores de humidade nos edifícios atendendo ao indicador "orientação"

Apêndice C – Atribuição de valores qualitativos aos edifícios favoráveis aos ventos predominantes atendendo ao indicador "orientação"

Apêndice D – Morada de residência de doentes vítimas de enfarte de miocárdio

Apêndice E – Condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice F – Condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes (NW), no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice G – Condições naturais e de edificado potenciadores de humidade, no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice H – Condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice I – Condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes (SE), no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice J – Condições naturais e de edificado potenciadores de humidade, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice K – Carta de declives da cidade do Porto

Apêndice L – Carta de exposição de vertentes da cidade do Porto

Apêndice M – Carta de percentagem de área construída na cidade do Porto

Apêndice N – Carta hipsométrica da cidade do Porto

Apêndice O – Carta de distância ao mar da cidade do Porto

Apêndice P – Carta de distância ao Rio Douro da cidade do Porto

Apêndice Q – Carta da rede hidrográfica, superficial e subterrânea, da cidade do Porto____

Apêndice R – Carta da dimensão relativa de espaços verdes da cidade do Porto

Apêndice S– Carta das principais ruas arborizadas da cidade do Porto

Apêndice T – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice U – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes (NW), no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice V – Carta das condições naturais e de edificado potenciadores de humidade, no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice W – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice X – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes (SE), no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Apêndice Y – Carta das condições naturais e de edificado potenciadores de humidade, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Factores intervenientes nos ganhos solares atendendo à orientação de um edifício (Verão)

	Orientações	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
RADIAÇÃO SOLAR	Tempo exposição solar	2,5	1,3	1,3	3,8	3,8	3,8	3,8	5
	Ângulo incidência solar em relação à fachada	1	2	2	5	5	4	4	3
CONDUÇÃO CALOR	Acumulação de calor atendendo ao momento do dia	1,3	1,9	0,6	3,8	2,5	5	3,1	4,4
RESULTADO	Total de factores	4,8	5,2	5,1	12,6	11,3	12,8	10,9	12,4

Factores intervenientes nos ganhos solares atendendo à orientação de um edifício (Inverno)

	Orientações	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
RADIAÇÃO SOLAR	Tempo exposição solar	1,3	1,3	1,3	2,5	2,5	3,8	3,8	5,0
	Ângulo incidência solar em relação à fachada	1,3	1,3	1,3	2,5	2,5	3,8	3,8	5,0
CONDUÇÃO CALOR	Acumulação de calor atendendo ao momento do dia	0,8	0,8	0,8	2,5	1,7	5	3,3	4,2
RESULTADO	Total de factores	3,4	3,4	3,4	7,5	6,7	12,6	10,9	14,2

Apêndice A – Atribuição de valores qualitativos favoráveis aos ganhos solares nos edifícios atendendo ao indicador "orientação"

Factores intervenientes nos níveis de humidade atendendo à orientação de um edifício (Verão)

	Orientações	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
RELAÇÃO ENTRE HUMIDADE E TEMPERATURA	Ganhos Térmicos	1,9	2,0	2,0	4,9	4,4	5,0	4,3	4,8
	Humidade	5	4,9	4,9	2	4,4	1,9	4,8	4,3
EXPOISIÇÃO EM RELAÇÃO VENTOS HÚMIDOS	Predominância associada a exposição húmida	3,3	5,0	1,7	5,0	1,7	1,7	1,7	1,7
RESULTADO	Total de factores (humidade + rumo WNW)	8,3	9,9	6,6	7,0	6,1	3,6	6,5	6,0

Factores intervenientes nos níveis de humidade atendendo à orientação de um edifício (Inverno)

	Orientações	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
RELAÇÃO ENTRE HUMIDADE E TEMPERATURA	Ganhos Térmicos	1,1	1,1	1,1	2,9	2,5	4,6	3,9	5,0
	Humidade Relativa	5,0	5,0	5,0	3,9	4,6	2,5	2,9	1,1
EXPOISIÇÃO EM RELAÇÃO VENTOS HÚMIDOS	Predominância do vento associada a exposição húmida	1,3	3,8	1,3	2,5	1,3	5,0	1,3	5,0
RESULTADO	Total de factores (humidade + rumo WNW)	6,3	8,8	6,3	6,4	5,9	7,5	4,2	6,1

Apêndice B – Atribuição de valores qualitativos potenciadores de humidade nos edifícios atendendo ao indicador "orientação"

Factores intervenientes na ventilação atendendo à orientação de um edifício (IVerão)

Orientações	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
EXPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO VENTO PREDOMINANTE WNW	3,8	5,0	2,5	3,8	3,8	2,5	1,3	3,8

Factores intervenientes na ventilação atendendo à orientação de um edifício (Inverno)

Orientações	N	NW	NE	W	E	SW	SE	S
EXPOSIÇÃO EM RELAÇÃO AO VENTO PREDOMINANTE ESE	3,8	1,3	2,5	3,8	3,8	2,5	5,0	3,8

Apêndice C – Atribuição de valores qualitativos aos edifícios favoráveis aos ventos predominantes atendendo ao indicador "orientação"

NOTA: Os resultados apresentados em cada uma das presentes tabelas, correspondem aos valores atribuídos ao indicador "orientação", com a única diferença que aqueles que aparecem na grelha de análise já se encontram compreendidos entre o intervalo [1-5]. Para tal, foi realizada uma equivalência proporcional entre estes valores e o referido intervalo.

C.Hab.	Cód. HSJ	Residência	Local.	C.P.	Data Oc.	Sexo	Idade	Estado de avaliação
1	1211007	EST INT CIRCUNVALÇÃO 5355- CAMPANHÃ	PORTO	4300	15-02-1996	0	68	√
2	1211009	BR LAGARTEIRO BL/13 E/57 C/31- CAMPANHÃ	PORTO	4300	18-02-1996	1	52	√
3	1211012	R VILA COVA 119 -CAMPANHÃ	PORTO	4300	17-02-1996	0	63	√
4	1211017	R AVAL CIMA 113 1/D- PARANHOS	PORTO	4200	29-02-1996	1	44	√
5	1211018	R CORONEL ALMEIDA VALENTE 185 CAVE- PARANHOS	PORTO	4200	06-03-1996	1	44	√
6	1211019	R NOVA REGADO 311 2/E- PARANHOS	PORTO	4200	04-03-1996	1	50	√
7	1211021	R TAIPAS 60 3- S NICOLAU	PORTO	4000	10-03-1996	1	44	√
8	1211022	BR CERCO PORTO BL/19 E/89 C/41- CAMPANHÃ	PORTO	4300	12-03-1996	0	56	√
9	1211025	R PEREIRA REIS 74 2/E - PARANHOS	PORTO	4200	09-03-1996	1	65	√
10	1211026	R CRUZ 101 2 - PARANHOS	PORTO	4200	13-03-1996	1	79	√
0	1211028	BR RAMALDE BL/7 E/264 C/11 - RAMALDE	PORTO	4100	11-03-1996	1	62	Bairro
0	1211029	R AIROSA 191 1- RAMALDE	PORTO	4200	18-03-1996	1	64	#
0	1211038	R S DINIS - PARANHOS	PORTO	4200	26-03-1996	0	81	#
11	1211043	AV FERNAO MAGALHÃES 996 7D	PORTO	4200	01-04-1996	1	67	√
12	1211045	R ÁLVARO CASTELÕES 481 R/C - PARANHOS	PORTO	4200	02-04-1996	1	69	√
13	1211048	R BARTOLOMEU DIAS 230 - BONFIM	PORTO	4200	04-04-1996	1	48	√
0	1211049	BAIRRO S ROQUE LAMEIRA B/9 E/205 C/44 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	08-04-1996	1	52	Bairro
0	1211051	TV REGENERAÇÃO - SANTO ILDEFONSO	PORTO	4000	09-04-1996	1	63	#[1]
14	1211053	AV DR ANTUNES GUIMARÃES 850 3§ ESQ - RAMALDE	PORTO	4100	09-04-1996	1	79	√
15	1211056	R BARROS LIMA 793 - BONFIM	PORTO	4300	16-04-1996	0	67	√
0	1211057	BR REGADO B/21 E/55 C/21 - PARANHOS	PORTO	4200	17-04-1996	1	66	Bairro
16	1211058	R ALEGRIA 323 - SANTO ILDEFONSO	PORTO	4000	18-04-1996	1	30	√
0	1211063	R S ROQUE LQMEIRA - CAMPANHÃ	PORTO	4300	24-04-1996	1	64	#[5]
17	1211067	R PINTO BESSA 193 3§ AP 7 - BONFIM	PORTO	4300	27-04-1996	0	71	√
18	1211072	AV BRASIL 166 1§ DT - FOZ DOURO	PORTO	4100	04-05-1996	0	63	√
19	1211077	R OURIQUE 39 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	14-05-1996	0	80	√
20	1211078	R CAMPO ALEGRE 764 - MASSARELOS	PORTO	4150	12-05-1996	1	56	√
0	1211079	R BERNARDIM RIBEIRO 306 1§ ESQ T - PARANHOS	PORTO	4200	13-05-1996	0	85	#[1]
0	1211080	BAIRRO CARRICAL B/6 E/25 C/23 - PARANHOS	PORTO	4200	09-05-1996	0	83	Bairro
21	1211084	R DR PEDRO AUGUSTO FERREIRA 83 4º DT - PARANHOS	PORTO	4200	21-05-1996	1	52	√
22	1211089	R ANSELMO BRAAMCAMP 427	PORTO	4000	26-05-1996	0	71	√
0	1211093	BR BOM PASTOR B/4 E/99 C/32 - PARANHOS	PORTO	4200	03-06-1996	1	59	Bairro
23	1211096	R ALIANCA 213 R/C - PARANHOS	PORTO	4200	06-06-1996	1	47	√
24	1211097	AV ANTUNES GUIMARAES 536 - RAMALDE	PORTO	4200	03-06-1996	1	66	√
0	1211102	R FONTE OUTEIRO 197 C/12	PORTO	4200	13-06-1996	0	67	#[2]
25	1211103	R BONJARDIM 788 3º ESQ - SANTO ILDEFONSO	PORTO	4000	17-06-1996	1	77	√
0	1211107	BR FÁBRICA AREOSA 18 - PARANHOS	PORTO	4200	25-06-1996	1	64	Bairro
0	1211108	R HEROISMO BR BOM RETIRO C/10 - BONFIM	PORTO	4300	27-06-1996	0	66	Bairro
0	1211110	R DR ALBERTO AGUIAR 21 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	01-07-1996	1	60	Bairro
26	1211118	R LUZ SORIANO 60 3D - PARANHOS	PORTO	4200	17-07-1996	1	35	√
27	1211123	TV ANTAS 252 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	11-11-1996	1	50	√
28	1211126	PC ALEGRIA 95 1º T	PORTO	4300	06-11-1996	1	58	√
29	1211127	R GESTACO 64 - NEVOGILDE	PORTO	4100	12-11-1996	1	71	√
30	1211129	R CAMPOLIDE 116 - PARANHOS	PORTO	4200	17-11-1996	0	74	√
31	1211148	R ALIANCA 88 C/7 - PARANHOS	PORTO	4200	04-12-1996	0	68	√
0	1211151	R AVAL CIMA 156 1§ DT - PARANHOS	PORTO	4200	03-12-1996	0	51	#[1]
0	1211156	BR FÁBRICA AREOSA 9 - PARANHOS	PORTO	4200	14-12-1996	1	48	Bairro
0	1211159	BR REGADO BL/12 E/226 E/41 - PARANHOS	PORTO	4200	17-12-1996	1	74	Bairro
32	1211160	R ALVES REDOL 444 HAB/31 9	PORTO	4050	18-12-1996	1	71	√
33	1211168	R NOVA S CRISPIM 322 - BONFIM	PORTO	4300	01-01-1997	1	75	√
34	1211172	PR FRANCISCO SA CARNEIRO 73 1º ESQ	PORTO	4200	01-01-1997	1	67	√
35	1211177	R S ROQUE LAMEIRA 1428 1º - CAMPANHÃ	PORTO	4300	04-01-1997	0	82	√
36	1211192	R INÁCIO ALBERTO SOUSA 25 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	13-01-1997	1	63	√
0	1211194	BR FRANCOS B/8 E/159 C/21 - RAMALDE	PORTO	4100	15-01-1997	0	70	Bairro
37	1211195	R S VITOR BONFIM	PORTO	4000	17-01-1997	1	53	√

C. Hab.	Código	Residência	Local.	C.P.	Data Oc.	Sexo	Idade	Estado de avaliação
38	1211196	R HONORIO LIMA 307 1§ DT- PARANHOS	PORTO	4200	17-01-1997	1	59	√
39	1211204	R PERO VAZ CAMINHA 63	PORTO	4000	27-01-1997	0	70	√
40	1211205	R DR AARÃO LACERDA 159 - RAMALDE	PORTO	4100	28-01-1997	1	85	√
41	1211207	R PEDRAS SALGADAS 123 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	27-01-1997	0	51	√
42	1211209	R SANTOS POUSADA 1236 2§ ESQ - BONFIM	PORTO	4000	30-01-1997	0	63	√
43	1211211	R PÓVOA 478 - BONFIM	PORTO	4000	01-02-1997	1	33	√
44	1211215	R CENTRAL FRANCOS 611 3º ESQ - RAMALDE	PORTO	4200	05-02-1997	1	64	√
0	1211229	BR PIO XII BL/C C/57 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	28-02-1997	1	77	Bairro
45	1211235	R TEATRO 156 4º	PORTO	4100	05-03-1997	1	54	√
46	1211241	R 1º JANEIRO (ESTADIO BESSA) - RAMALDE	PORTO	4100	14-03-1997	1	62	√
47	1211244	R LAMEIRA BAIXO 355 A - CAMPANHÃ	PORTO	4300	17-03-1997	0	83	√
48	1211245	TV COVELO 158	PORTO	4200	17-03-1997	0	73	√
49	1211257	R VILA COVA 119 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	03-04-1997	1	40	√
50	1211259	R DOUTOR VASCO VALENTE 100 1 D RAMALDE	PORTO	4100	06-04-1997	1	82	√
51	1211260	R 5 OUTUBRO 323 C/18	PORTO	4100	07-04-1997	0	74	√
52	1211261	R NAU VITORIA 714 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	08-04-1997	1	49	√
53	1211268	R COUTINHO AZEVEDO 118 - BONFIM	PORTO	4300	11-04-1997	0	72	√
0	1211269	BAIRRO S ROQUE LAMEIRA BL/26 E/127 C/12	PORTO	4300	16-04-1997	1	57	Bairro
54	1211271	TV PEGO NEGRO 38 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	17-04-1997	1	79	√
55	1211272	R ENG GUILHERME B BARREIROS 301 H/4	PORTO	4200	20-04-1997	1	61	√
56	1211281	R SANTO ANTÓNIO CONTUMIL 704 1º - CAMPANHÃ	PORTO	4300	29-04-1997	1	65	√
57	1211287	R SOUTO CONTUMIL 158 1º DT - CAMPANHÃ	PORTO	4300	12-05-1997	1	66	√
58	1211290	R DIOGO CÃO 1497 1º	PORTO	4200	15-05-1997	0	60	√
0	1211294	BR S VICENTE PAULA RUA 4 C/53 - CAMPANHÃ	PORTO	4300	28-05-1997	0	75	Bairro
59	1211297	R AURÉLIA SOUSA 167 2º C F - BONFIM	PORTO	4000	03-06-1997	1	72	√
61	1211309	R FARIA GUIMARÃES 471 2º	PORTO	4000	28-06-1997	1	54	√
62	1211310	R PAULO GAMA 536 4º DT	PORTO	4100	22-06-1997	0	61	√
0	1211327	BAIRRO CAMPINAS BL/18 E/441 C/31 - RAMALDE	PORTO	4100	10-07-1997	1	60	Bairro
63	1211328	R SABROSA 51 3º ESQ - CAMPANHÃ	PORTO	4300	10-07-1997	1	78	√
0	1211330	R MATIAS ALBUQUERQUE 320 C/7	PORTO	4300	16-07-1997	1	44	#[2]
64	1211336	R PEREIRA REIS 29 - PARANHOS	PORTO	4200	22-07-1997	1	74	√
0	1211340	BAIRRO DR NUNO PINHEIRO TORRES BL 11	PORTO	4150	04-12-1997	1	53	Bairro
65	1211347	RUA JOAQUIM PIRES LIMA 79 4/D	PORTO	4200	09-12-1997	1	42	#[1]
66	1211351	RUA 8 DE SETEMBRO 568	PORTO	4300	14-12-1997	1	36	√
67	1211361	R MARTA MESQUITA CAMARA 221 2 H/22	PORTO	4200	28-12-1998	1	72	√
68	1211362	RUA STA CATARINA 1366	PORTO	4000	30-12-1997	1	53	√
0	1211363	BR MONTE BELA BL/4 E/169 C/32	PORTO	4300	30-12-1997	1	67	Bairro
69	1211364	AL RUI LIS GOMES 401 1 D	PORTO	4100	02-01-1998	0	74	√
70	1211367	R CARLOS DUBINI 198	PORTO	4100	03-01-1998	0	63	√
71	1211375	R MONSANTO 679/683	PORTO	4200	09-01-1998	1	81	√
72	1211380	R CONSTITUIÇÃO 244 1º ESQ	PORTO	4200	13-01-1998	0	76	√
73	1211388	R MONSANTO 355 C/1	PORTO	4200	20-01-1998	1	77	√
74	1211390	R CENTRAL FRANCOS BL/6 E/213 C/2	PORTO	4200	21-01-1998	0	69	√
75	1211391	R LUZ SORIANO 125 2º	PORTO	4200	22-01-1998	0	76	√
0	1211396	BR VISO BL/8 E/66 1º D	PORTO	4200	31-01-1998	1	43	Bairro
76	1211404	R PRELADA 141	PORTO	4200	09-02-1998	1	90	√
0	1211405	BR S TOMÉ BL/C E/274 2/E	PORTO	4200	13-02-1998	1	72	Bairro
77	1211407	R COSTA CABRAL 209 2º	PORTO	4200	16-02-1998	1	58	√
78	1211413	R VISCONDE SETÚBAL 191	PORTO	4200	07-03-1998	0	57	√
79	1211415	R MONSANTO 744 2º ESQ	PORTO	4200	09-03-1998	1	60	√
80	1211417	R NIASSA 161	PORTO	4200	03-03-1998	1	70	√
81	1211430	R DR ANTÓNIO COELHO 119	PORTO	4200	30-03-1998	1	70	√

C. Hab.	Código	Residência	Local.	C.P.	Data Oc.	Sexo	Idade	Estado de avaliação
82	1211431	EST EXTERIOR CIRCUNVALAÇÃO 8176	PORTO	4200	35885	1	33	√
83	1211432	R BENTO CARQUEJA 99	PORTO	4300	31-03-1998	1	69	√
84	1211440	R VALE FORMOSO 102 R/C	PORTO	4200	07-04-1998	1	50	√
0	1211444	BR S TOME BL/J E/167 4º ESQ	PORTO	4200	11-04-1998	1	37	Bairro
85	1211447	R S DINIS 304 3º	PORTO	4200	14-04-1998	1	75	√
86	1211456	R. S. ROQUE DA LAMEIRA 2160 2/E	PORTO	4300	29-04-1998	1	67	√
0	1211462	B S TOME BL/J E/253 1º ESQ	PORTO	4200	07-05-1998	1	61	Bairro
87	1211467	R JOAQUIM PIRES LIMA 179 1º C	PORTO	4200	12-05-1998	1	59	√
0	1211470	R 9 ABRIL 821	PORTO	4200	25-05-1998	1	66	#3
88	1211473	R COSTA CABRAL 610 3º C	PORTO	4200	27-05-1998	0	58	√
89	1211475	R D JERÓNIMO AZEVEDO 470 HAB/102	PORTO	4100	30-05-1998	1	60	√
90	1211479	R AZÁLEAS 129	PORTO	4200	02-06-1998	1	67	√
91	1211481	AV RODRIGUES FREITAS 215 R/C	PORTO	4000	04-06-1998	1	67	√
0	1211484	AV GUSTAVO EIFFEL 16 C/14	PORTO	4000	05-06-1998	1	52	#4
92	1211495	R SILVA TAPADA 36	PORTO	4200	22-06-1998	1	44	√
93	1211500	R ANTAS 23	PORTO	4000	05-07-1998	1	67	√
94	1211503	R MARTIN MONIZ 95 3º	PORTO	4100	04-07-1998	1	52	√
95	1211505	R. MONSANTO 815	PORTO	4200	10-07-1998	1	73	√
96	1211508	R. TOMÁS RIBEIRO 23 3/D	PORTO	4200	15-07-1998	1	63	√
97	1211516	R. VANZELERES 305	PORTO	4100	02-10-1998	1	72	√
0	1211519	BAIRRO MONTE BELA BL.2 ENT.127 C/21	PORTO	4300	06-10-1998	1	73	Bairro
0	1211528	R SANTO ANTÓNIO CONTUMIL 1000 C/22	PORTO	4300	18-10-1998	1	68	#3
98	1211531	AV. FERNÃO MAGALHÃES 2386	PORTO	4000	22-10-1998	0	85	√
99	1211545	R OLIVEIRA MARTINS 104	PORTO	4200	11-11-1998	0	69	√
100	1211551	R VASQUES MESQUITA 4 3º	PORTO	4300	23-11-1998	0	44	√
101	1211558	R PEDRO HISPANO 1425 2º DT A	PORTO	4100	04-12-1998	1	47	√
0	1211559	R ALFREDO KEILL 476 2º DT A	PORTO	4000	08-12-1998	1	45	#1
0	1211561	BR CERCO PORTO BL/23 E/562 C/41	PORTO	4300	08-12-1998	0	67	Bairro
102	1211563	R SILVA PORTO 145 1º DT	PORTO	4200	11-12-1998	1	68	√
103	1211577	EST INT CIRCUNVALAÇÃO 5365	PORTO	4200	28-12-1998	1	48	√
104	1211578	R 9 ABRIL 951 3º A	PORTO	4200	30-12-1998	1	58	√
105	1211580	R DUARTE BARBOSA 37 9/B	PORTO	4150	07-01-1999	1	48	√
106	1211584	R ANTERO QUENTAL 125 3/D	PORTO	4050	13-01-1999	0	47	√
107	1211585	R FERNÃO LOPES 409 3º DT	PORTO	4000	13-01-1999	1	46	√
0	1211587	BR LAGARTEIRO B/2 E/166 C/22	PORTO	4300	15-01-1999	1	49	Bairro
0	1211588	R PROF BONFIM BARREIROS B/4 E/81 C/41	PORTO	4300	16-01-1999	1	54	Bairro
108	1211589	R MIRAFLOR 148	PORTO	4300	18-01-1999	0	73	√
0	1211597	BR CERCO PORTO B/19 E/39 C/14	PORTO	4300	29-01-1999	1	40	Bairro
0	1211599	R DR MAURICIO EST PEREIRA PINTO 214	PORTO	4300	01-02-1999	1	69	#2
109	1211605	R LOURENÇO 13	PORTO	4300	12-03-1999	1	76	√
110	1211609	R AIRES ORNELAS 67	PORTO	4000	17-02-1999	0	80	√
111	1211617	TV COVELO 198 1 E	PORTO	4200	26-02-1999	1	63	√
112	1211618	R ST ANTONIO CONTUMIL 534 1º ESQ	PORTO	4300	01-03-1999	1	29	√
113	1211625	R GUADIANA 79	PORTO	4200	06-03-1999	0	63	√
114	1211636	R BRAGAS 158 2º	PORTO	4050	26-03-1999	0	80	√
115	1211642	R BR COMERCIO PORTO 123 2º ESQ	PORTO	4300	07-04-1999	0	75	√
116	1211652	R MOLHE 113 1º DT	PORTO	4100	30-04-1999	1	67	√
117	1211657	R JOÃO RAMALHO 46	PORTO	4200	06-05-1999	1	78	√
0	1211661	BR PARANHOS BL/3 E/94 C/31	PORTO	4200	15-05-1999	0	71	Bairro
0	1211663	BR REGADO BL/21 E/37 C/42	PORTO	4200	16-05-1999	0	76	Bairro
118	1211665	TV MONTE S JOÃO 263	PORTO	4200	19-05-1999	1	72	√
119	1211666	R CORONEL ALMEIDA VALENTE 170	PORTO	4200	25-05-1999	0	67	√
0	1211670	BR S. JOAO DEUS BL/B C/6 B	PORTO	4300	30-05-1999	0	78	Bairro
0	1211678	BR VISO BL/8 E/88 1º ESQ	PORTO	4200	18-06-1999	0	74	Bairro
120	1211679	R PRESA CONTUMIL 58	PORTO	4300	03-06-1999	0	79	√

C. Hab.	Código	Residência	Local.	C.P.	Data Oc.	Sexo	Idade	Estado de avaliação
121	1211681	R STA LUZIA 849 6º DT	PORTO	4200	36330	0	79	√
0	1211683	BR CERCO PORTO BL/28 E/754 C/31	PORTO	4300	36339	1	71	Bairro
0	1211684	BR S TOMÉ BL/D E/88 2º DT	PORTO	4200	29-06-1999	1	52	Bairro
122	1211691	AL CAPITÃES ABRIL 172	PORTO	4050	17-07-1999	1	52	√
123	1211701	R SOUSA PINTO 176 2º	PORTO	4200	21-09-1999	0	76	√
0	1211702	BR LAGARTEIRO BL/5 E/54 C/41	PORTO	4300	27-09-1999	0	69	Bairro
124	1211713	R DR MANUEL LARANJEIRA 75 R/C ESQ	PORTO	4200	19-10-1999	1	75	√
0	1211719	R CONSTITUIÇÃO 379 VIV 2	PORTO	4200	25-11-1999	1	57	#[1]
125	1211722	R. DIU 280	PORTO	4150	25-10-1999	1	41	√
0	1211727	R MONTE RAMALDE 277	PORTO	4200	09-11-1999	1	65	#[2]
126	1211728	R S TOME 1001 2º DT	PORTO	4200	10-11-1999	1	50	√
0	1211735	R S ROQUE LAMEIRA 432 C/6	PORTO	4300	30-11-1999	1	80	Bairro
127	1211736	R DR JOSE MARQUES BL/C E/41 C/32	PORTO	4300	02-12-1999	1	68	√
0	1211739	BR S JOÃO DEUS BL/A C/12	PORTO	4300	07-12-1999	1	41	Bairro
128	1211741	R S ROQUE LAMEIRA 653	PORTO	4300	14-12-1999	1	76	√
129	1211748	R NAU S RAFAEL 125	PORTO	4300	25-12-1999	1	86	√
130	1211764	R FRANCISCO CARQUEJA 112 2§	PORTO	4300	17-01-2000	1	79	√
131	1211771	R DUARTE ALMEIDA	PORTO	4100	26-01-2000	1	57	√
132	1211776	PC CORUJEIRA 276	PORTO	4300	29-01-2000	1	76	√
133	1211782	R GONDARÉM 613 4º ESQ	PORTO	4150	13-02-2000	1	71	√
134	1211787	R CASTELO NUMAO 62	PORTO	4100	21-02-2000	1	64	√
135	1211791	R 5 DE OUTUBRO 160 2 H/22	PORTO	4100	29-02-2000	1	84	√
136	1211802	R COSTA CABRAL 2617 4º DT	PORTO	4200	20-03-2000	0	44	√
137	1211812	R AGRA AMIAL BL/B E/72 C/12	PORTO	4200	05-04-2000	1	46	√
138	1211815	R S DINIS 860	PORTO	4200	08-04-2000	1	62	√
139	1211818	R COSTA CABRAL 2301	PORTO	4200	10-04-2000	1	69	√
140	1211820	R ESCOLAS 98	PORTO	4300	09-04-2000	0	71	√
141	1211828	R CONSTITUIÇÃO 1979 5/D	PORTO	4200	25-04-2000	1	63	√
142	1211835	R RAUL CALDEVILLA 75 1 D	PORTO	4200	30-04-2000	1	71	√
143	1211837	R CÂMARA PESTANA 474	PORTO	4300	04-05-2000	1	58	√
0	1211839	R S TOMÉ 2	PORTO	4200	07-05-2000	0	67	Bairro
0	1211844	BR ENG MACHADO VAZ BL 27 E/106 C/42	PORTO	4300	11-05-2000	1	75	Bairro
0	1211848	BR REGADO BL/14 E/275 C/21	PORTO	4200	26-05-2000	0	66	Bairro
0	1211853	BR OUTEIRO BL\N E\117 C\22	PORTO	4200	30-06-2000	0	62	Bairro
144	1211857	R AREOSA 150	PORTO	4200	02-01-2001	0	75	√
0	1211867	BR ENG MACHADO VAZ B 30 E 196 C11 RC	PORTO	4300	14-01-2001	1	58	Bairro
145	1211873	R COSTA CABRAL 2722 1	PORTO	4200	22-01-2001	1	65	√
0	1211876	R ASPRELA 70 C\21	PORTO	4200	27-01-2001	1	61	#[3]
146	1211877	R FARIA GUIMARAES 628 6-E	PORTO	4200	25-01-2001	1	75	√
147	1211879	R AMANDIO TAVARES 71 3-ESQ	PORTO	4200	02-02-2001	1	44	√
148	1211881	R MIRAFLOR 7	PORTO	4300	30-01-2001	1	74	√
149	1211883	R S. JOÃO BRITO 380 1	PORTO	4100	03-02-2001	1	59	√
150	1211890	R MEIRAL 163	PORTO	4300	05-02-2001	1	57	√
151	1211891	R COSTA ALMEIDA 199 RC DT	PORTO	4200	09-02-2001	1	59	√
152	1211893	BR FRANCOS BL/9 E/210 C/21	PORTO	4100	07-02-2001	1	66	Bairro
0	1211899	R VALONGO 72	PORTO	4100	23-02-2001	1	41	√
0	1211922	RUA TULIPAS	PORTO	4200	21-09-2001	1	35	Bairro
153	1211923	RUA COSTA CABRAL 2617-4ESQ	PORTO	4200	28-06-2001	0	70	√
154	1211924	RUA MOREIRA 42 2D	PORTO	4000	09-10-2001	1	44	√
155	1211925	RUA PAULA VICENTE 153	PORTO	4050	18-10-2001	0	43	√
0	1211933	RUA SA MIRANDA 139 H/32	PORTO	4200	19-03-2002	1	42	Bairro
156	1211941	RUA AMIAL 67 3/D	PORTO	4200	15-05-2002	0	90	√
157	1211942	RUA SR LAMEIRA 37 15	PORTO	4300	25-05-2002	0	77	√
0	1211944	BAIRRO CONTUMIL BLOCO 4, ENTRADA 66 CASA 32	PORTO	4300	07-06-2002	0	74	Bairro
158	1211948	RUA AGOSTINHO JESUS SOUSA 46-3D	PORTO	4000	16-06-2002	0	44	√

C. Hab.	Código	Residência	Local.	C.P.	Data Oc.	Sexo	Idade	Estado de avaliação
159	1211953	TRAVESSA MACEDA 107	PORTO	4000	37446	1	31	√
160	1211955	RUA ALEGRIA 322 A 4-E	PORTO	4000	37473	0	49	√
161	1211962	RUA GUINE LOTE 23, 106 1ºESQ	PORTO	4100	37502	1	43	√
162	1211966	RUA MATIAS ALBUQUERQUE 42 3 DRT	PORTO	4300	02-10-2002	0	43	√
0	1211971	BAIRR0 CERCO PORTO BL-11, E-10, C-12	PORTO	4300	25-10-2002	0	47	Bairro
163	1211973	RUA CRUZ 18 2	PORTO	4200	29-10-2002	0	61	√
164	1211974	RUA MONSANTO 232 AP/4	PORTO	4200	04-11-2002	0	53	√
0	1211975	BAIRRO CERCO PORTO BL-11 E-16 C-32	PORTO	4300	12-11-2002	1	42	Bairro
0	1211996	BR PARANHOS BL-3 E- 159 C-22	PORTO	4200	15-01-2003	0	77	Bairro
165	1211997	RUA NAU VITORIA 791	PORTO	4300	17-01-2003	0	71	√
166	1212000	RUA BONFIM 180	PORTO	4300	26-01-2003	0	82	√
167	1212006	RUA D AFONSO HENRIQUES 1785 6º DT	PORTO	4445	04-03-2003	1	42	√
168	1212013	RUA BOAVISTA 195	PORTO	4050	20-03-2003	0	76	√
169	1212015	RUA RAMALDE MEIO 416 C 4	PORTO	4200	05-04-2003	1	39	√
170	1212022	RUA NAU TRINDADE 252 2 E	PORTO	4000	01-05-2003	1	45	√
171	1212025	RUA COSTA ALMEIDA 269	PORTO	4200	13-05-2003	0	75	√
172	1212028	TV MONTE BELA 51 1	PORTO	4300	16-06-2003	1	37	√
173	1212029	RUA BONFIM 654 C 11 G C 36	PORTO	4300	21-06-2003	1	31	√
0	1212045	CC POVOA 69 1 ESQ	PORTO	4300	09-09-2003	0	78	Bairro
0	1212046	RUA PINHEIRO CAMPANHA 689 CASA 5	PORTO	4300	10-09-2003	0	60	#
0	1212049	R DR DENIZ JACINTO 18 CASA 1	PORTO	4300	21-09-2003	1	39	Bairro
174	1212057	R OLIVENÇA 28	PORTO	4200	14-11-2003	0	74	√
175	1212059	R S TOME 1133	PORTO	4200	18-11-2003	1	45	√
176	1212060	R BENTO JUNIOR 77 C 1	PORTO	4200	20-11-2003	0	47	√
177	1212066	R FAROL 20 1	PORTO	4150	04-12-2003	0	85	√
178	1212079	R ASSIS VAZ 15	PORTO	4200	11-01-2004	1	41	√
a)	1212015	RUA RAMALDE MEIO 416 C 4	PORTO	4200	05-04-2003	1	39	√
0	1212019	RUA SILVA PEREIRA	PORTO	4300	10-04-2003	0	38	Bairro
a)	1212022	RUA NAU TRINDADE 252 2 E	PORTO	4000	01-05-2003	1	45	√
a)	1212025	RUA COSTA ALMEIDA 269	PORTO	4200	13-05-2003	0	75	√
0	1212028	TV MONTE BELA 51 1	PORTO	4300	16-06-2003	1	37	Bairro
a)	1212029	RUA BONFIM 654 C 11 G C 36	PORTO	4300	21-06-2003	1	31	√
0	1212031	RUA ANTAS 398	PORTO	4300	06-07-2003	1	40	#º
0	1212035	RUA CONTUMIL 724 C.24	PORTO	4300	18-07-2003	0	53	#'
a)	1212006	R D. JERÓNIMO AZEVEDO 231 1 DT	RAMALDE	4100	06-01-2003	0	42	√
0	1212083	BR OUTEIRO BL/N E/125 C/42	PORTO	4200	20-01-2004	0	45	Bairro
179	1212087	R S ROQUE LAMEIRA 223 RC/E	PORTO	4300	01-02-2004	0	76	√
180	1212088	R JOÃO LÚCIO AZEVEDO 53 10 F	PORTO	4200	05-02-2004	1	40	√
0	1212093	TV NOVA CURRAIS 20	PORTO	4200	15-02-2004	0	70	Bairro
181	1212094	R PEREIRA REIS 84	PORTO	4200	23-02-2004	1	40	√
0	1212073	R AIRES ORNELAS 197 RC	PORTO	4000	26-12-2003	1	43	Bairro
0	1212077	RUA RESTAURAÇÃO 447 4	PORTO	4050	06-01-2004	0	58	Bairro
0	1212112	BR ENG MACHADO VAZ B/34 E/31 C/31	PORTO	4300	11-05-2004	1	44	Bairro
182	1212129	R ARZILA BL 4 ET 133 CAS 11	PORTO	4200	11-08-2004	0	67	√
0	1212131	BR ENG MACHADO VAZ BL/28 E/130 C/22	PORTO	4300	16-08-2004	0	81	Bairro
183	1212136	R CONTUMIL, 142	PORTO	4300	22-09-2004	0	76	√
184	1212145	R CAMARA PESTANA, 508	PORTO	4300	02-11-2004	0	66	√
185	1212151	R ANTERO QUENTAL, 872	PORTO	4200	08-11-2004	0	75	√
0	1212171	BR CERCO PORTO BL/12 E/86 C/21	PORTO	4300	28-12-2004	0	75	Bairro
186	1212153	R CERCO PORTO, 258	PORTO	4300	14-11-2004	0	75	√
187	1212155	R HEROÍSMO, 12 1-A	PORTO	4300	26-10-2004	0	85	√
0	1212159	BR ENG MACHADO VAZ BL/33 E/74 C/42	PORTO	4300	22-11-2004	0	69	Bairro
188	1212166	R PE ANTONIO COUTINHO, 122	PORTO	4000	07-12-2004	0	84	√
0	1212169	BR CERCO PORTO BL/10 E/370 C/11	PORTO	4300	28-12-2004	0	75	Bairro
0	1212062	BR OUTEIRO BL/H E/210 C/41	PORTO	4200	05-12-2003	1	32	Bairro
0	1212075	R COVELO 218 3	PORTO	4200	07-01-2004	0	55	Bairro
0	1212078	BR VISO B/10 E/105 RC/D	PORTO	4200	10-01-2004	1	41	Bairro
a)	1212308	TV CAMPO LINDO 23	PORTO	4200	25-06-1997	1	71	√

Legenda:

√	Residência encontrada e avaliada
#	Residência não avaliada por motivos vários (1- não encontrada; 2- ilha; 3- demolida; 4 - vazia; 5 - reincidência)
Bairro	Residência não avaliada por motivos de insegurança

Apêndice D – Morada de residência de doentes vítimas de enfarte de miocárdio

Apêndice E - Condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							Factor 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO								FACTOR 4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T.Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ang.Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
1	1211007	5	?	2	?	0,3	?	2,5	?	?	4,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,6
2	1211009	5	?	3,6	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	30,7
3	1211012	5	?	4,4	?	0,8	?	5	?	?	3	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	5	?	?	35,1
4	1211017	5	?	3,6	?	1,7	?	1,3	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,2
5	1211018	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,6
6	1211019	5	?	4,4	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38,2
7	1211021	5	?	4,9	?	1,1	?	2,5	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,1
8	1211022	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	35,2
9	1211025	5	?	4,3	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	34,8
10	1211026	5	?	4,6	?	1,1	?	1,3	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	37,8
11	1211043	5	?	3,7	?	2,8	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	32,2
12	1211045	5	?	4,4	?	1,1	?	2,5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38,2
13	1211048	5	?	3,7	?	0,6	?	5	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	2,9	?	5	?	?	33,6
14	1211053	5	?	3,4	?	1,7	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,5
15	1211056	5	?	2	?	0,8	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	30,5
16	1211058	5	?	5	?	1,1	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38
17	1211067	5	?	2	?	1,4	?	1,3	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	37,4
18	1211072	5	?	3,7	?	1,9	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,8
19	1211077	5	?	3,6	?	0,8	?	3,8	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,8
20	1211078	5	?	3,4	?	2,5	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	31,6
21	1211084	5	?	4,4	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	28,6
22	1211089	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,5
23	1211096	5	?	5	?	1,1	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,2
24	1211097	5	?	3,7	?	1,1	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	1,7	?	1,3	?	2,9	?	5	?	?	31,1
25	1211103	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39
26	1211118	5	?	4,6	?	1,1	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	39,3
27	1211123	5	?	2	?	0,3	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	29,9
28	1211126	5	?	2	?	1,1	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	32,5
29	1211127	5	?	4,9	?	0,6	?	2,5	?	?	2,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,9
30	1211129	5	?	2	?	0,8	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	3,6	?	3,3	?	?	33,7
31	1211148	5	?	4,9	?	0,6	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,8
32	1211160	5	?	4,9	?	3,9	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	35,2
33	1211168	5	?	3,6	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	31,1
34	1211172	5	?	3,4	?	1,7	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	2,5	?	2,1	?	1,7	?	?	29,1
35	1211177	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,4
36	1211192	5	?	3,4	?	0,3	?	3,8	?	?	2,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	32,3
37	1211195	5	?	5	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	30,4
38	1211196	5	?	3,7	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	36,7
39	1211204	5	?	2	?	0,8	?	3,8	?	?	0,5	?	5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,9	?	3,3	?	?	31,5
40	1211205	5	?	5	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	5	?	?	29
41	1211207	5	?	3,7	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	1,3	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	34,1
42	1211209	5	?	4,9	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39
43	1211211	5	?	4,8	?	0,6	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,1
44	1211215	5	?	3,7	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,7
45	1211235	5	?	3,4	?	1,4	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	5	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	3,3	?	?	31,9
46	1211241	5	?	3,6	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,1
47	1211244	5	?	2	?	0,3	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	30,7
48	1211245	5	?	2	?	0,6	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,7
49	1211257	5	?	4,4	?	0,8	?	5	?	?	3	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	5	?	?	35,1
50	1211259	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	3,3	?	2,9	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	1,7	?	?	24
51	1211260	5	?	4,3	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	3,8	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,4
52	1211261	5	?	3,6	?	0,8	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	39,8
53	1211268	5	?	5	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	33,2
54	1211271	5	?	3,4	?	0,3	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	26,4
55	1211272	5	?	4,4	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	2,5	?	1,4	?	3,3	?	?	30,4
56	1211281	5	?	4,9	?	0,6	?	1,3	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	3,8	?	3,6	?	1,7	?	?	33,5

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							Factor 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO									FACTOR 4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T.Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ang.Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
57	1211287	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,7
58	1211290	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	2,5	?	0,7	?	5	?	?	31,2
59	1211297	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,6
61	1211309	5	?	3,4	?	1,7	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	37,3
62	1211310	5	?	5	?	1,7	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	3,3	?	?	26,6
63	1211328	5	?	3,4	?	3,1	?	1,3	?	?	3	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	41,9
64	1211336	5	?	3,4	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	3,3	?	3,8	?	4,3	?	1,7	?	?	27,5
66	1211351	5	?	4,9	?	0,3	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	33,4
67	1211361	5	?	5	?	2,2	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	42,6
68	1211362	5	?	5	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	30,9
69	1211364	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,4
70	1211367	5	?	3,7	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38
71	1211375	5	?	4,4	?	0,8	?	3,8	?	?	3	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	41,6
72	1211380	5	?	4,8	?	1,4	?	1,3	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	40,2
73	1211388	5	?	4,3	?	0,6	?	2,5	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	38,2
74	1211390	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,5
75	1211391	5	?	2	?	0,8	?	1,3	?	?	2,5	?	1,3	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	33,3
76	1211404	5	?	4,8	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	34
77	1211407	5	?	4,3	?	1,1	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	34
79	1211415	5	?	3,4	?	y	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,1
80	1211417	5	?	4,3	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	38,1
81	1211430	5	?	4,8	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,8
82	1211431	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	33,1
83	1211432	5	?	4,3	?	0,3	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	31,5
84	1211440	5	?	5	?	0,8	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	31,9
85	1211447	5	?	1,9	?	0,8	?	1,3	?	?	4	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	28,6
86	1211456	5	?	3,6	?	1,1	?	1,3	?	?	4	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	35,6
87	1211467	5	?	4,4	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	3,8	?	3,6	?	5	?	?	36,2
88	1211473	5	?	2	?	1,4	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	34,5
89	1211475	5	?	3,4	?	5	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	5	?	?	36,2
90	1211479	5	?	4,3	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	3,8	?	1,7	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	1,4	?	5	?	?	30,3
91	1211481	5	?	1,9	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	21,2
92	1211495	5	?	3,7	?	1,1	?	2,5	?	?	4,5	?	2,5	?	3,3	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,7
93	1211500	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	34
94	1211503	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	2,5	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	41,4
95	1211505	5	?	3,6	?	0,8	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,7
96	1211508	5	?	2	?	3,1	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,5
97	1211516	5	?	3,7	?	0,8	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,7
98	1211531	5	?	2	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	3,3	?	?	23
99	1211545	5	?	5	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	2,5	?	2,1	?	5	?	?	34,4
100	1211551	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,9
101	1211558	5	?	3,4	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,8
102	1211563	5	?	3,4	?	0,3	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	33,4
103	1211577	5	?	4,3	?	0,3	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	33,5
104	1211578	5	?	3,7	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	5	?	?	31,5
105	1211580	5	?	5	?	2,8	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	43,2
106	1211584	5	?	4,4	?	1,4	?	1,3	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	40,3
107	1211585	5	?	3,4	?	1,7	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	2,5	?	0,7	?	1,7	?	?	26,4
109	1211605	5	?	4,4	?	0,3	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	30,9
110	1211609	5	?	3,7	?	0,8	?	2,5	?	?	4,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	37,1
111	1211617	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	37,8
112	1211618	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	3,3	?	?	32,3
113	1211625	5	?	3,7	?	0,3	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	26,7
114	1211636	5	?	4,8	?	0,8	?	2,5	?	?	4	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,7
115	1211642	5	?	4,3	?	0,8	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,5
116	1211652	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	3,8	?	0,7	?	5	?	?	31,5

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							Factor 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO									FACTOR 4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T.Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ang.Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
117	1211657	5	?	3,7	?	0,6	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	2,9	?	5	?	?	34,2
118	1211665	5	?	4,1	?	0,3	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	27,8
119	1211666	5	?	4,3	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	34,8
120	1211679	5	?	4,9	?	0,6	?	5	?	?	3	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	3,3	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	40,3
121	1211681	5	?	3,4	?	2,8	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	2,5	?	1,4	?	5	?	?	31,5
122	1211691	5	?	3,7	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,9
123	1211701	5	?	2	?	1,4	?	1,3	?	?	4	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	36,5
124	1211713	5	?	3,7	?	1,7	?	1,3	?	?	4,5	?	1,3	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,4
125	1211722	5	?	3,7	?	0,6	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	5	?	?	32,9
126	1211728	5	?	4,4	?	1,1	?	1,3	?	?	2,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,7
127	1211736	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	3,3	?	1,3	?	4,3	?	5	?	?	30,6
128	1211741	5	?	2	?	0,6	?	1,3	?	?	2	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	33,1
129	1211748	5	?	3,6	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,6
130	1211764	5	?	3,7	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,2
131	1211771	5	?	5	?	0,6	?		?	?	2	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,8
132	1211776	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	3,3	?	1,3	?	0,7	?	5	?	?	30,8
133	1211782	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	3,3	?	?	23
134	1211787	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	3,3	?	3,8	?	1,4	?	5	?	?	32,3
135	1211791	5	?	5	?	1,9	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	38,3
136	1211802	5	?	4,3	?	1,4	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	37,6
137	1211812	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,3
138	1211815	5	?	3,4	?	0,6	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,1
139	1211818	5	?	4,3	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	30,2
140	1211820	5	?	4,3	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	33,1
141	1211828	5	?	1,9	?	1,9	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	1,3	?	0,7	?	5	?	?	29,5
142	1211835	5	?		?	2,5	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	26,6
143	1211837	5	?	5	?	1,9	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,5
144	1211857	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	0,5	?	1,3	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	37,8
145	1211873	5	?	2	?	0,8	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	30,7
146	1211877	5	?	2	?	1,9	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	34
147	1211879	5	?	3,7	?	1,1	?	2,5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	39
148	1211881	5	?	4,3	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	31,3
149	1211883	5	?	3,4	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	5	?	?	29,6
150	1211890	5	?	3,4	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	32,4
151	1211891	5	?	3,7	?	0,8	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	37,2
152	1211899	5	?	2	?	0,6	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38
153	1211923	5	?	4,3	?	1,4	?		?	?		?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,3
154	1211924	5	?	3,6	?	0,8	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	32,7
155	1211925	5	?	3,4	?	0,8	?	5	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	3,3	?	3,8	?	2,1	?	5	?	?	30,5
156	1211941	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	3,8	?	4,3	?	1,7	?	?	32,1
157	1211942	5	?	3,6	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	1,7	?	1,4	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	28,7
158	1211948	5	?	3,6	?	2,2	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	2,5	?	2,1	?	1,7	?	?	29
159	1211953	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?	?	4	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	39,3
160	1211955	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	32,5
161	1211962	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	3	?	5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	5	?	?	34,1
162	1211966	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,3
163	1211973	5	?	3,4	?	1,1	?	1,3	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,7
164	1211974	5	?	3,4	?	1,4	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	34,5
165	1211997	5	?	3,6	?	0,6	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	37,4
166	1212000	5	?	3,4	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	32,6
167	1212006	5	?	3,6	?	1,1	?		?			?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	1,7	?	?	20,5
168	1212013	5	?	2	?	0,6	?	2,5	?		1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	31,5
170	1212022	5	?	5	?	1,1	?	1,3	?		1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,3
171	1212025	5	?	2	?	0,3	?	3,8	?		4	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	31,7
173	1212029	5	?	5	?	0,8	?	3,8	?		2,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,3
174	1212057	5	?	3,6	?	0,8	?	3,8	?		0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5,0	?	?	33,6

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							Factor 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO									FACTOR 4 - ENVOLVENTE									RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T.Habitaçáo	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ang.Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
175	1212059	5	?	4,4	?	0,6	?	3,8	?		2	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	36,4
176	1212060	5	?	5	?	0,8	?	1,3	?		3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	40,2
177	1212066	5	?	5	?	0,8	?	1,3	?		1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	3,3	?	?	27,7
178	1212079	5	?	3,7	?	0,8	?	3,8	?		0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	37,5
179	1212087	5	?	3,4	?	0,8	?	5	?		1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	3,3	?	?	30,6
180	1212088	5	?	3,7	?	3,6	?	1,3	?		0,5	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	5	?	?	37,0
181	1212094	5	?	2	?	1,1	?	1,3	?		1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	33,2
182	1212129	5	?	3,7	?	1,4	?	1,3	?		3	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	39,8
183	1212136	5	?	4,3	?	0,3	?	5	?		0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,0
184	1212145	5	?	3,4	?	0,3	?	2,5	?		1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	29,3
185	1212151	5	?	5	?	0,6	?	2,5	?		4,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	35,8
186	1212153	5	?	2	?	0,8	?	3,8	?		0,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	31,7
187	1212155	5	?	4,3	?	0,8	?	1,3	?		4,5	?	5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	38,3
188	1212166	5	?	3,7	?	0,6	?	3,8	?		1,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	5	?	?	35,2
60	1211308	5	?	3,4	?	0,3	?	2,5	?		0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	29,9

C.SIG - Código utilizado pelo sistema de informação geográfico na denominação da habitação do doente

C.H.S.J. - Código utilizado pela equipa de investigação do Hospital de S. João na identificação de cada doente

a) Ausência de informação

Apêndice F- Condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes de NW no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							FACTOR 4 - ENVOLVENTE							RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	Orient. Fachada	P.V.	T. Hab.	P.V.	Alt..ed.	P.V.	P.F.	Dens. veg.	P.V.	T. folha	P.V.	Alt.árv.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
1	1211007	3	?	5,0	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,1
2	1211009	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	17,2
3	1211012	3	?	3,8	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	17,8
4	1211017	3	?	5,0	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,0
5	1211018	3	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
6	1211019	3	?	3,8	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,2
7	1211021	2	?	3,8	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
8	1211022	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
9	1211025	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
10	1211026	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
11	1211043	3	?	3,3	?	1,3	?	2,8	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	13,4
12	1211045	3	?	3,8	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
13	1211048	4	?	3,3	?	5	?	0,6	?	?	3,3	?	3,8	?	2,9	?	?	18,9
14	1211053	3	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
15	1211056	3	?	2,5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,8
16	1211058	3	?	2,5	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,1
17	1211067	3	?	2,5	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,2
18	1211072	2	?	3,3	?	1,3	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
19	1211077	3	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
20	1211078	3	?	4,1	?	1,3	?	2,5	?	?	3,3	?	1,3	?	9	?	?	21,5
21	1211084	3	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	?	10,9
22	1211089	4	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
23	1211096	3	?	5,0	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,6
24	1211097	3	?	3,3	?	3,8	?	1,1	?	?	1,7	?	1,3	?	2,9	?	?	14,1
25	1211103	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
26	1211118	3	?	2,5	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,1
27	1211123	3	?	5,0	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,8
28	1211126	3	?	5,0	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,6
29	1211127	2	?	3,8	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
30	1211129	4	?	2,5	?	3,8	?	0,8	?	?	3,3	?	3,8	?	3,6	?	?	17,8
31	1211148	3	?	3,8	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
32	1211160	3	?	3,8	?	1,3	?	14	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	25,1
33	1211168	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
34	1211172	4	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	3,3	?	2,5	?	2,1	?	?	15,0
35	1211177	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
36	1211192	4	?	4,1	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,2
37	1211195	2	?	2,5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,8
38	1211196	3	?	3,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
39	1211204	3	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	2,9	?	?	17,1
40	1211205	3	?	2,5	?	3,8	?	0,6	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	?	10,6
41	1211207	3	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,0
42	1211209	4	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
43	1211211	3	?	3,8	?	5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
44	1211215	4	?	3,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
45	1211235	3	?	4,1	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	15,0
46	1211241	2	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
47	1211244	4	?	2,5	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,3
48	1211245	4	?	2,5	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,6
49	1211257	3	?	3,8	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	17,8
50	1211259	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	?	11,8
51	1211260	2	?	1,3	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
52	1211261	4	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
53	1211268	3	?	2,5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,8
54	1211271	3	?	4,1	?	2,5	?	0,3	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	16,7
55	1211272	3	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	2,5	?	1,4	?	?	13,7
56	1211281	4	?	3,8	?	1,3	?	0,6	?	?	1,7	?	3,8	?	3,6	?	?	14,8
57	1211287	4	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
58	1211290	4	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	2,5	?	0,7	?	?	9,8
59	1211297	4	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
61	1211309	2	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
62	1211310	3	?	5	?	1,3	?	1,7	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	?	11,7
63	1211328	3	?	4,1	?	1,3	?	3,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,5
64	1211336	3	?	4,1	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	3,8	?	4,3	?	?	19,9
66	1211351	3	?	3,8	?	2,5	?	0,3	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	16,4
67	1211361	3	?	2,5	?	1,3	?	2,2	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,0
68	1211362	3	?	5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
69	1211364	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
70	1211367	3	?	3,3	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,9
71	1211375	3	?	3,8	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,4
72	1211380	4	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
73	1211388	3	?	1,3	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,4
74	1211390	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
75	1211391	3	?	2,5	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,6
76	1211404	3	?	3,8	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
77	1211407	3	?	1,3	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
79	1211415	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
80	1211417	2	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
81	1211430	4	?	3,8	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
82	1211431	4	?	2,5	?	2,5	?	0,6	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	15,4
83	1211432	4	?	1,3	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,4
84	1211440	3	?	5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
85	1211447	2	?	3,8	?	1,3	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	11,9

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO						FACTOR 4 - ENVOLVENTE						RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.E.	P.V.	T. Hab.	P.V.	Alt..ed.	P.V.	P.F.	Dens. veg.	P.V.	T. folha	P.V.	A.árv.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
86	1211456	4	?	5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
87	1211467	3	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	14,7
88	1211473	3	?	5	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,7
89	1211475	3	?	4,1	?	1,3	?	5	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	?	14,1
90	1211479	3	?	1,3	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	3,8	?	1,4	?	?	14,2
91	1211481	3	?	3,8	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	12,2
92	1211495	4	?	3,3	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
93	1211500	3	?	5	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
94	1211503	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
95	1211505	3	?	5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
96	1211508	3	?	2,5	?	1,3	?	3,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
97	1211516	3	?	3,3	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,4
98	1211531	4	?	2,5	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	?	13,6
99	1211545	3	?	5	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	2,5	?	2,1	?	?	17,3
100	1211551	4	?	5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
101	1211558	2	?	4,1	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,8
102	1211563	3	?	3,3	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
103	1211577	3	?	1,3	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,1
104	1211578	3	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	?	12,7
105	1211580	3	?	5	?	1,3	?	2,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,1
106	1211584	3	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
107	1211585	3	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	1,7	?	2,5	?	0,7	?	?	12,0
109	1211605	3	?	3,8	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
110	1211609	3	?	3,3	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
111	1211617	3	?	5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
112	1211618	4	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	16,3
113	1211625	3	?	3,3	?	2,5	?	0,3	?	?	3,3	?	3,8	?	1,4	?	?	14,6
114	1211636	3	?	3,8	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
115	1211642	4	?	1,3	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,4
116	1211652	2	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	3,8	?	0,7	?	?	14,3
117	1211657	4	?	3,3	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	3,8	?	2,9	?	?	17,7
118	1211665	3	?	4,1	?	1,3	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
119	1211666	3	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
120	1211679	3	?	3,8	?	5	?	0,6	?	?	3,3	?	3,8	?	4,3	?	?	20,8
121	1211681	3	?	4,1	?	1,3	?	2,8	?	?	1,7	?	2,5	?	1,4	?	?	13,8
122	1211691	3	?	3,3	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,4
123	1211701	3	?	2,5	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,2
124	1211713	3	?	3,3	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,3
125	1211722	2	?	3,3	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	?	14,4
126	1211728	4	?	3,8	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,2
127	1211736	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	1,3	?	4,3	?	?	15,4
128	1211741	3	?	5,0	?	1,3	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
129	1211748	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
130	1211764	3	?	3,3	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
131	1211771	2	?	2,5	?	a)	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,1
132	1211776	3	?	3,8	?	2,5	?	0,6	?	?	3,3	?	1,3	?	0,7	?	?	12,2
133	1211782	2	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	3,8	?	0,7	?	?	11,1
134	1211787	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	3,8	?	1,4	?	?	15,9
135	1211791	3	?	2,5	?	1,3	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
136	1211802	4	?	1,3	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,0
137	1211812	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
138	1211815	3	?	4,1	?	5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,7
139	1211818	3	?	1,3	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,4
140	1211820	3	?	1,3	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
141	1211828	3	?	3,8	?	1,3	?	1,9	?	?	3,3	?	1,3	?	0,7	?	?	12,3
142	1211835	3	?	a)	?	1,3	?	2,5	?	?	1,7	?	1,3	?	1,4	?	?	8,2
143	1211837	3	?	5,0	?	2,5	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
144	1211857	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
145	1211873	3	?	5,0	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
146	1211877	3	?	5,0	?	1,3	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,2
147	1211879	3	?	3,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
148	1211881	2	?	1,3	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
149	1211883	3	?	4,1	?	3,8	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	14,7
150	1211890	3	?	4,1	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,2
151	1211891	4	?	4,1	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,2
152	1211899	4	?	5,0	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
153	1211923	4	?	1,3	?	a)	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	17,7
154	1211924	3	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
155	1211925	3	?	4,1	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	3,8	?	2,1	?	?	19,1
156	1211941	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	3,8	?	4,3	?	?	18,8
157	1211942	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	17,2
158	1211948	3	?	5,0	?	1,3	?	2,2	?	?	1,7	?	2,5	?	2,1	?	?	14,8
159	1211953	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
160	1211955	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
161	1211962	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	?	13,2
162	1211966	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
163	1211973	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
164	1211974	3	?	4,1	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,8
165	1211997	4	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
166	1212000	2	?	4,1	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
167	1212006	3	?	5,0	?	a)	?	1,1	?	?	1,7	?	1,3	?	0,7	?	?	9,8
168	1212013	3	?	2,5	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,6

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							FACTOR 4 - ENVOLVENTE							RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.E.	P.V.	T. Hab.	P.V.	Alt..ed.	P.V.	P.F.	Dens. veg.	P.V.	T. folha	P.V.	A.árv.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
170	1212022	3	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
171	1212025	3	?	2,5	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
173	1212029	3	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
174	1212057	3	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
175	1212059	3	?	3,8	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,2
176	1212060	3	?	5,0	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
177	1212066	2	?	2,5	?	1,3	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	2,1	?	?	11,3
178	1212079	4	?	3,3	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,9
179	1212087	3	?	4,1	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	18,1
180	1212088	4	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	1,7	?	3,8	?	4,3	?	?	18,0
181	1212094	3	?	5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
182	1212129	3	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,0
183	1212136	4	?	1,3	?	5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
184	1212145	3	?	4,1	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
185	1212151	4	?	5	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
186	1212153	4	?	5	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
187	1212155	3	?	1,3	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,4
188	1212166	3	?	3,3	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,7
60	1211308	3	?	4,1	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9

Apêndice G - Condições naturais e de edificado potenciadoreas de humidade, no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2- ARQ. DO EDIFÍCIO					FACTOR 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.E.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ângulo Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
1	1211007	1	?	5,0	?	5	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	21,7
2	1211009	1	?	4,4	?	4,2	?	?	3,6	?	5	?	?	5	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	26,4
3	1211012	1	?	3,1	?	4,4	?	?	2,9	?	1	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	1,7	?	?	23,1
4	1211017	1	?	4,4	?	3,6	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,5
5	1211018	1	?	3,3	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,8
6	1211019	1	?	3,1	?	4,4	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	17,1
7	1211021	2	?	3,5	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,6
8	1211022	1	?	4,0	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,2
9	1211025	1	?	3,3	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,1
10	1211026	1	?	3,3	?	4,2	?	?	3,6	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,8
11	1211043	1	?	3,2	?	2,5	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	23,0
12	1211045	1	?	3,1	?	4,2	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	17,9
13	1211048	1	?	3,2	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	2,5	?	1,7	?	?	21,7
14	1211053	2	?	5,0	?	3,6	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,1
15	1211056	1	?	3,3	?	4,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	21,7
16	1211058	1	?	3,2	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	19,0
17	1211067	1	?	3,3	?	3,9	?	?	2,1	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	17,3
18	1211072	2	?	3,2	?	3,3	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	16,5
19	1211077	1	?	4,4	?	4,4	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	19,4
20	1211078	2	?	5,0	?	2,8	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	1,7	?	?	22,6
21	1211084	1	?	3,1	?	3,9	?	?	2,1	?	2	?	?	5	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	27,0
22	1211089	1	?	4,0	?	4,7	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	18,1
23	1211096	1	?	4,0	?	4,2	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	18,8
24	1211097	2	?	3,2	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	5	?	5	?	2,5	?	1,7	?	?	26,2
25	1211103	1	?	4,0	?	4,2	?	?	2,1	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,7
26	1211118	1	?	1,8	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	13,4
27	1211123	1	?	5,0	?	5	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,7
28	1211126	2	?	5,0	?	4,2	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	19,6
29	1211127	2	?	3,5	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,5
30	1211129	1	?	3,3	?	4,4	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	1,7	?	1,7	?	3,3	?	?	24,3
31	1211148	1	?	3,5	?	4,7	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,2
32	1211160	1	?	3,5	?	5	?	?	1,4	?	1	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	25,1
33	1211168	1	?	4,4	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,4
34	1211172	1	?	5,0	?	3,6	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	3,3	?	3,3	?	5,0	?	?	28,1
35	1211177	1	?	5,0	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,2
36	1211192	1	?	5,0	?	5	?	?	4,3	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,0
37	1211195	2	?	1,8	?	4,4	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,9
38	1211196	1	?	3,2	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,3
39	1211204	2	?	5,0	?	4,4	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	5	?	2,5	?	3,3	?	?	26,6
40	1211205	3	?	3,2	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	28,5
41	1211207	1	?	3,2	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	3,3	?	?	21,0
42	1211209	1	?	3,5	?	3,9	?	?	2,9	?	3	?	?	5	?	0	?	0	?	1,7	?	?	20,0
43	1211211	1	?	3,0	?	4,7	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	20,1
44	1211215	2	?	3,2	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,0
45	1211235	2	?	5,0	?	3,9	?	?	0,7	?	1	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	3,3	?	?	23,9
46	1211241	2	?	4,4	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,4
47	1211244	1	?	3,3	?	5	?	?	17	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	32,7
48	1211245	1	?	3,3	?	4,7	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,0
49	1211257	1	?	3,1	?	4,4	?	?	2,9	?	1	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	1,7	?	?	23,1
50	1211259	2	?	4,0	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	5	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	33,3
51	1211260	2	?	3,3	?	4,7	?	?	5	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	1,7	?	?	21,7
52	1211261	1	?	4,4	?	4,4	?	?	2,1	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	17,9
53	1211268	1	?	5,0	?	4,4	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	22,7
54	1211271	1	?	5,0	?	5	?	?	0,7	?	3	?	?	5	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	22,9
55	1211272	1	?	3,1	?	3,9	?	?	1,4	?	1	?	?	3,3	?	3,3	?	4,2	?	3,3	?	?	23,5
56	1211281	1	?	3,5	?	1,4	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	1,7	?	1,7	?	5,0	?	?	21,4

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2- ARQ. DO EDIFÍCIO					FACTOR 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 4 - ENVOLVENTE										RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.E.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ângulo Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
57	1211287	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	1,7	?	?	19,8
58	1211290	1	?	1,8	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	5	?	3,3	?	5	?	1,7	?	?	26,9
59	1211297	1	?	3,3	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	15,6
61	1211309	1	?	5,0	?	3,6	?	?	2,9	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	1,7	?	?	20,2
62	1211310	3	?	4,0	?	3,6	?	?	13	?	2	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	40,9
63	1211328	2	?	5,0	?	2,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	13,7
64	1211336	1	?	5,0	?	4,7	?	?	4,3	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	25,8
66	1211351	1	?	3,5	?	1,4	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	18,1
67	1211361	2	?	1,8	?	3,1	?	?	1,4	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,0
68	1211362	1	?	4,0	?	4,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,1
69	1211364	2	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,7
70	1211367	2	?	3,2	?	4,4	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	17,5
71	1211375	1	?	3,1	?	4,4	?	?	3,6	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	18,5
72	1211380	1	?	3,0	?	3,9	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	18,5
73	1211388	1	?	3,3	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,3
74	1211390	2	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,1
75	1211391	1	?	3,3	?	4,4	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	18,3
76	1211404	2	?	3,0	?	4,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,8
77	1211407	1	?	3,3	?	4,2	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,2
79	1211415	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	18,5
80	1211417	2	?	3,3	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	19,1
81	1211430	1	?	3,0	?	4,4	?	?	4,3	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	21,7
82	1211431	1	?	1,8	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	16,3
83	1211432	1	?	3,3	?	1,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,4
84	1211440	1	?	4,0	?	4,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,1
85	1211447	2	?	4,4	?	4,4	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	29,6
86	1211456	1	?	4,4	?	4,2	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,6
87	1211467	1	?	3,1	?	3,9	?	?	2,1	?	2	?	?	3,3	?	1,7	?	1,7	?	1,7	?	?	19,5
88	1211473	1	?	5,0	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,2
89	1211475	2	?	5,0	?	1	?	?	1,4	?	1	?	?	5	?	5	?	5	?	1,7	?	?	25,1
90	1211479	1	?	3,3	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	1,7	?	1,7	?	?	21,0
91	1211481	1	?	4,2	?	4,2	?	?	5	?	4	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	31,6
92	1211495	1	?	3,2	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,4
93	1211500	1	?	4,0	?	4,7	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	21,1
94	1211503	2	?	5,0	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,0
95	1211505	1	?	4,4	?	4,4	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,6
96	1211508	1	?	3,3	?	2,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	11,3
97	1211516	2	?	3,2	?	4,4	?	?	4,3	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	20,3
98	1211531	1	?	3,3	?	4,7	?	?	4,3	?	1	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	3,3	?	?	28,2
99	1211545	1	?	4,0	?	4,7	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	3,3	?	3,3	?	1,7	?	?	23,4
100	1211551	1	?	5,0	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,3
101	1211558	2	?	5,0	?	3,9	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,2
102	1211563	1	?	3,2	?	1,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,0
103	1211577	1	?	3,3	?	1,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,1
104	1211578	1	?	3,2	?	3,9	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	1,7	?	?	23,5
105	1211580	3	?	4,0	?	2,5	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	12,3
106	1211584	1	?	3,1	?	3,9	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	16,9
107	1211585	2	?	5,0	?	3,6	?	?	2,1	?	2	?	?	5	?	3,3	?	5	?	5,0	?	?	31,0
109	1211605	1	?	3,1	?	1,4	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	15,5
110	1211609	1	?	3,2	?	4,4	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,3
111	1211617	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,7
112	1211618	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	1,7	?	0,8	?	3,3	?	?	23,1
113	1211625	2	?	3,2	?	1,4	?	?	5	?	1	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	24,8
114	1211636	2	?	3,0	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,1
115	1211642	1	?	3,3	?	4,4	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,2
116	1211652	2	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	5	?	1,7	?	?	24,0

C.SIG	C.H.S.J.	FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2- ARQ. DO EDIFÍCIO				FACTOR 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO				FACTOR 4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
		Condições naturais	P.F.	O.F.E.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ång. Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
117	1211657	1	?	3,2	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	2,5	?	1,7	?	?	21,7
118	1211665	1	?	3,2	?	1,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,3
119	1211666	1	?	3,3	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,1
120	1211679	1	?	3,5	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	19,6
121	1211681	1	?	5	?	2,5	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	3,3	?	4,2	?	1,7	?	?	24,8
122	1211691	1	?	3,2	?	4,7	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,4
123	1211701	2	?	3,3	?	3,9	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,0
124	1211713	1	?	3,2	?	3,6	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,1
125	1211722	2	?	3,2	?	4,7	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	1,7	?	?	24,3
126	1211728	1	?	3,1	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,6
127	1211736	1	?	5	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	3,3	?	5	?	0,8	?	1,7	?	?	25,9
128	1211741	1	?	5	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	21,0
129	1211748	1	?	4,4	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	18,8
130	1211764	1	?	3,2	?	4,4	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,9
131	1211771	2	?	1,8	?	4,7	?	?	5	?	a)	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,9
132	1211776	1	?	3,5	?	4,7	?	?	4,3	?	3	?	?	3,3	?	5	?	5	?	1,7	?	?	30,5
133	1211782	2	?	3,2	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	5	?	5	?	5	?	3,3	?	?	32,3
134	1211787	2	?	4	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	3,3	?	1,7	?	4,2	?	1,7	?	?	24,0
135	1211791	2	?	1,8	?	3,3	?	?	2,1	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,9
136	1211802	1	?	3,3	?	3,9	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,2
137	1211812	1	?	4	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	16,5
138	1211815	1	?	5	?	4,7	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	20,4
139	1211818	1	?	3,3	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,0
140	1211820	1	?	3,3	?	4,7	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,3
141	1211828	2	?	4,2	?	3,3	?	?	1,4	?	1	?	?	3,3	?	5	?	5	?	1,7	?	?	24,9
142	1211835	1	?	a)	?	2,8	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	21,8
143	1211837	1	?	4	?	3,3	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	19,0
144	1211857	1	?	4	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	14,7
145	1211873	1	?	5	?	4,4	?	?	4,3	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,4
146	1211877	1	?	5	?	3,3	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,1
147	1211879	2	?	3,2	?	4,2	?	?	2,1	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	17,5
148	1211881	1	?	3,3	?	4,7	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,7
149	1211883	2	?	5	?	4,4	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	1,7	?	?	30,2
150	1211890	1	?	5	?	4,7	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	21,1
151	1211891	1	?	3,2	?	1,9	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	14,7
152	1211899	2	?	5	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,7
153	1211923	1	?	3,3	?	3,9	?	?	3,6	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	1,7	?	?	18,5
154	1211924	1	?	4,4	?	4,4	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,8
155	1211925	2	?	5	?	4,4	?	?	4,3	?	1	?	?	3,3	?	1,7	?	3,3	?	1,7	?	?	24,7
156	1211941	1	?	4	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	25,6
157	1211942	1	?	4,4	?	4,2	?	?	4,3	?	2	?	?	5	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	24,1
158	1211948	1	?	4,4	?	3,1	?	?	2,9	?	2	?	?	5	?	3,3	?	3,3	?	5,0	?	?	29,0
159	1211953	1	?	4	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,0
160	1211955	1	?	5	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,8
161	1211962	2	?	5	?	4,2	?	?	2,1	?	3	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	1,7	?	?	27,6
162	1211966	1	?	5	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,5
163	1211973	1	?	5	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,5
164	1211974	2	?	5	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	19,5
165	1211997	1	?	4,4	?	1,9	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	15,2
166	1212000	1	?	5	?	4,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	21,8
167	1212006	2	?	4,4	?	4,2	?	?	2,9	?	5	?	?	5	?	5	?	5	?	5,0	?	?	36,5
168	1212013	2	?	3,3	?	4,7	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	17,4
170	1212022	1	?	3,3	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	15,5
171	1212025	1	?	3,3	?	5	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	23,0
173	1212029	1	?	4	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	23,4

C.SIG	C.H.S.J.	FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2- ARQ. DO EDIFÍCIO					FACTOR 3 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 4 - ENVOLVENTE									RESULTADO
		Condições naturais	P.F.	O.F.E.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ång. Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
174	1212057	1	?	4,4	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	22,2
175	1212059	1	?	3,1	?	4,7	?	?	4,3	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	16,5
176	1212060	1	?	4,5	?	4,4	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	16,9
177	1212066	2	?	1,8	?	4,4	?	?	3,6	?	5	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	3,3	?	?	29,7
178	1212079	1	?	3,2	?	4,4	?	?	2,9	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,8
179	1212087	1	?	5	?	4,4	?	?	4,3	?	5	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	3,3	?	?	32,0
180	1212088	1	?	3,2	?	1,7	?	?	1,4	?	1	?	?	5	?	1,7	?	0,8	?	1,7	?	?	16,5
181	1212094	1	?	5	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,0
182	1212129	1	?	3,2	?	3,9	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	16,4
183	1212136	1	?	3,3	?	5	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	20,7
184	1212145	1	?	5	?	5	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	25,7
185	1212151	1	?	4	?	4,7	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	20,7
186	1212153	1	?	5	?	4,4	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	19,0
187	1212155	1	?	3,3	?	4,4	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	19,1
188	1212166	2	?	3,2	?	4,7	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	1,7	?	?	19,6
60	1212308	1	?	5	?	5	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	3,3	?	?	23,0

Apêndice H - Condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO						FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO								F4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T. Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade edif.	P.V.	P. F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Âng. Obst.	P.V.	P. F.	∑F2, F3, F4
1	1211007	2	?	1,1	?	0,3	?	3,8	?	?	4,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	31,0
2	1211009	3	?	5,0	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	30,2
3	1211012	3	?	2,5	?	0,8	?	1,3	?	?	3	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	5,0	?	?	31,3
4	1211017	3	?	5,0	?	1,7	?	5	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	39,3
5	1211018	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	34,4
6	1211019	3	?	2,5	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,7
7	1211021	3	?	2,9	?	1,1	?	3,8	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,7
8	1211022	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,2
9	1211025	3	?	3,9	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,4
10	1211026	3	?	3,9	?	1,1	?	5	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,1
11	1211043	3	?	1,1	?	2,8	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	39,8
12	1211045	2	?	2,5	?	a)	?	3,8	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	a)	?	5	?	a)	?	0,0	?	?	23,2
13	1211048	3	?	4,5	?	0,6	?	6	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	3,3	?	1,7	?	2,5	?	5,0	?	?	32,9
14	1211053	3	?	4,1	?	1,7	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	5	?	5,0	?	?	42,9
15	1211056	3	?	1,1	?	0,8	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	22,6
16	1211058	3	?	4,6	?	1,1	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,6
17	1211067	3	?	1,1	?	1,4	?	5	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,9
18	1211072	3	?	4,5	?	1,9	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	38,3
19	1211077	3	?	5,0	?	0,8	?	2,5	?	?	3	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	27,6
20	1211078	3	?	4,1	?	2,5	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	5	?	9	?	5,0	?	?	47,3
21	1211084	3	?	2,5	?	1,4	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	36,9
22	1211089	3	?	4,0	?	0,6	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	31,8
23	1211096	2	?	4,0	?	1,1	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	27,2
24	1211097	3	?	4,5	?	1,1	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	1,7	?	5	?	2,5	?	5,0	?	?	33,9
25	1211103	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,7
26	1211118	3	?	4,6	?	1,1	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	32,3
27	1211123	3	?	1,1	?	0,3	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	23,6
28	1211126	3	?	1,1	?	1,1	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	27,9
29	1211127	3	?	2,9	?	0,6	?	3,8	?	?	2,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,2
30	1211129	3	?	1,1	?	0,8	?	2,5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	1,7	?	1,7	?	0,0	?	?	24,2
31	1211148	2	?	2,9	?	0,6	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,1
32	1211160	3	?	2,9	?	3,9	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	43,4
33	1211168	3	?	5,0	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,5
34	1211172	3	?	4,1	?	1,7	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	3,3	?	3,3	?	0,0	?	?	33,8
35	1211177	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,8
36	1211192	3	?	4,1	?	0,3	?	2,5	?	?	2,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,0
37	1211195	3	?	4,6	?	0,8	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	24,6
38	1211196	3	?	4,5	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,5
39	1211204	3	?	1,1	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	5	?	2,5	?	0,0	?	?	29,3
40	1211205	3	?	4,6	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	5	?	5	?	5,0	?	?	35,3
41	1211207	3	?	4,5	?	1,4	?	5	?	?	1	?	1,3	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,3
42	1211209	3	?	2,9	?	1,4	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,7
43	1211211	3	?	5,0	?	0,6	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	30,6
44	1211215	3	?	4,5	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,5
45	1211235	3	?	4,1	?	1,4	?	5	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	5	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	0,0	?	?	34,8
46	1211241	3	?	5,0	?	1,1	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	40,2
47	1211244	3	?	1,1	?	0,3	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	26,1
48	1211245	3	?	1,1	?	0,6	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	32,1
49	1211257	3	?	2,5	?	0,8	?	1,3	?	?	3	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	5,0	?	?	31,3
50	1211259	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	3,8	?	3,3	?	2,9	?	?	1,7	?	5	?	4,2	?	0,0	?	?	31,5
51	1211260	3	?	3,9	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	3,8	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	28,7
52	1211261	3	?	5,0	?	0,8	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,2
53	1211268	3	?	4,6	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,8
54	1211271	3	?	4,1	?	0,3	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	22,8
55	1211272	3	?	2,5	?	1,4	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	3,3	?	2,5	?	0,0	?	?	30,8
56	1211281	3	?	2,9	?	0,6	?	5	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	1,7	?	3,6	?	0,0	?	?	31,4

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO									F4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T. Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade edif.	P.V.	P. F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Âng. Obst.	P.V.	P. F.	∑F2, F3, F4
57	1211287	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	39,1
58	1211290	3	?	4,6	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	3,3	?	4,2	?	5,0	?	?	38,8
59	1211297	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,1
61	1211309	3	?	4,1	?	1,7	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,7
62	1211310	3	?	4,0	?	1,7	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	5	?	4,2	?	0,0	?	?	33,2
63	1211328	3	?	4,1	?	3,1	?	5	?	?	3	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	41,3
64	1211336	3	?	4,1	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	3,3	?	1,7	?	0,8	?	0,0	?	?	19,6
66	1211351	3	?	2,9	?	0,3	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	27,1
67	1211361	3	?	4,6	?	2,2	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	40,9
68	1211362	3	?	4,0	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	24,5
69	1211364	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	39,8
70	1211367	3	?	4,5	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	29,2
71	1211375	3	?	2,5	?	0,8	?	2,5	?	?	3	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	33,4
72	1211380	3	?	5,0	?	1,4	?	5	?	?	3,5	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	35,8
73	1211388	3	?	3,9	?	0,6	?	3,8	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	32,4
74	1211390	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,6
75	1211391	3	?	1,1	?	0,8	?	5	?	?	2,5	?	1,3	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	27,8
76	1211404	3	?	5,0	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	30,5
77	1211407	3	?	3,9	?	1,1	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,9
79	1211415	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,6
80	1211417	3	?	3,9	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	33,1
81	1211430	3	?	5,0	?	0,8	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	29,0
82	1211431	3	?	4,6	?	0,6	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	3,3	?	2,9	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	28,4
83	1211432	3	?	3,9	?	0,3	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	23,1
84	1211440	3	?	4,0	?	0,8	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,5
85	1211447	3	?	1,1	?	0,8	?	5	?	?	4	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	5	?	2,5	?	5,0	?	?	36,3
86	1211456	3	?	5,0	?	1,1	?	5	?	?	4	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,0
87	1211467	3	?	2,5	?	1,4	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,7	?	1,7	?	5,0	?	?	34,0
88	1211473	3	?	1,1	?	1,4	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,6
89	1211475	3	?	4,1	?	5	?	1,3	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	1,7	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	40,4
90	1211479	3	?	3,9	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	3,8	?	1,7	?	2,1	?	?	3,3	?	1,7	?	2,5	?	5,0	?	?	27,6
91	1211481	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	3,3	?	5	?	2,5	?	5,0	?	?	28,9
92	1211495	3	?	4,5	?	1,1	?	3,8	?	?	4,5	?	2,5	?	3,3	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,8
93	1211500	3	?	4,0	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,3
94	1211503	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	2,5	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	40,8
95	1211505	2	?	5,0	?	0,8	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	38,4
96	1211508	3	?	1,1	?	3,1	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	38,3
97	1211516	3	?	4,5	?	0,8	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,2
98	1211531	3	?	1,1	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	0,0	?	?	20,8
99	1211545	3	?	4,0	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	3,3	?	1,7	?	5,0	?	?	32,5
100	1211551	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,0
101	1211558	3	?	4,1	?	1,4	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	38,2
102	1211563	3	?	4,5	?	0,3	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	28,2
103	1211577	2	?	3,9	?	0,3	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,4
104	1211578	2	?	4,5	?	1,4	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	5,0	?	?	39,3
105	1211580	3	?	4,0	?	2,8	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	40,9
106	1211584	3	?	2,5	?	1,4	?	5	?	?	4,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	33,8
107	1211585	3	?	4,1	?	1,7	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	3,3	?	4,2	?	0,0	?	?	33,4
109	1211605	3	?	2,5	?	0,3	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	22,0
110	1211609	3	?	4,5	?	0,8	?	3,8	?	?	4,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	34,2
111	1211617	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,6
112	1211618	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	0,0	?	?	27,8
113	1211625	3	?	4,5	?	0,3	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	35,3
114	1211636	3	?	5,0	?	0,8	?	3,8	?	?	4	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	28,5
115	1211642	3	?	3,9	?	0,8	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,8
116	1211652	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	1,7	?	5	?	5,0	?	?	38,1

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO									F4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T. Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade edif.	P.V.	P. F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Âng. Obst.	P.V.	P. F.	∑F2, F3, F4
117	1211657	3	?	4,5	?	0,6	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	1,7	?	2,5	?	5,0	?	?	31,2
118	1211665	2	?	4,1	?	0,3	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	24,8
119	1211666	3	?	3,9	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,4
120	1211679	3	?	2,9	?	0,6	?	1,3	?	?	3	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	3,3	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	29,0
121	1211681	3	?	4,1	?	2,8	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	3,3	?	4,2	?	5,0	?	?	39,5
122	1211691	3	?	4,5	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,0
123	1211701	3	?	1,1	?	1,4	?	5	?	?	4	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	32,6
124	1211713	3	?	4,5	?	1,7	?	5	?	?	4,5	?	1,3	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	39,9
125	1211722	3	?	4,5	?	0,6	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	5,0	?	?	37,3
126	1211728	3	?	2,5	?	1,1	?	5	?	?	2,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,5
127	1211736	2	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	3,3	?	5	?	0,8	?	5,0	?	?	35,2
128	1211741	3	?	1,1	?	0,6	?	5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	27,6
129	1211748	3	?	5,0	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	34,3
130	1211764	3	?	4,5	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	29,0
131	1211771	3	?	4,6	?	0,6	?	a)	?	?	2	?	2,5	?	5	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	25,4
132	1211776	3	?	2,9	?	0,6	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	3,3	?	5	?	5	?	5,0	?	?	38,0
133	1211782	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	1,7	?	5	?	5	?	0,0	?	?	30,5
134	1211787	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	3,3	?	1,7	?	4,2	?	5,0	?	?	35,7
135	1211791	3	?	4,6	?	1,9	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,9
136	1211802	3	?	3,9	?	1,4	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,9
137	1211812	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	1,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	37,0
138	1211815	3	?	4,1	?	0,6	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	27,1
139	1211818	3	?	3,9	?	0,6	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	24,4
140	1211820	3	?	3,9	?	0,6	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	23,1
141	1211828	3	?	1,1	?	1,9	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	3,3	?	5	?	5	?	5,0	?	?	40,4
142	1211835	3	?	a)	?	2,5	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	1,7	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	36,8
143	1211837	3	?	4,0	?	1,9	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	30,8
144	1211857	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	0,5	?	1,3	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	35,5
145	1211873	3	?	1,1	?	0,8	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	26,8
146	1211877	3	?	1,1	?	1,9	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,1
147	1211879	3	?	4,5	?	1,1	?	3,8	?	?	1	?	3,8	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	32,8
148	1211881	2	?	3,9	?	0,6	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	22,9
149	1211883	3	?	4,1	?	0,8	?	2,5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	5,0	?	?	35,5
150	1211890	3	?	4,1	?	0,6	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,4
151	1211891	3	?	4,5	?	0,8	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	33,4
152	1211899	3	?	1,1	?	0,6	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	30,8
153	1211923	3	?	3,9	?	1,4	?	a)	?	?	a)	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,9
154	1211924	3	?	5,0	?	0,8	?	3,8	?	?	3,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	28,7
155	1211925	3	?	4,1	?	0,8	?	1,3	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	3,3	?	1,7	?	3,3	?	0,0	?	?	21,6
156	1211941	3	?	4,0	?	1,1	?	5	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	1,7	?	0,8	?	0,0	?	?	27,5
157	1211942	3	?	5,0	?	1,1	?	5	?	?	1	?	3,8	?	1,7	?	1,4	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	0,0	?	?	23,2
158	1211948	3	?	5,0	?	2,2	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	3,3	?	3,3	?	0,0	?	?	34,4
159	1211953	3	?	4,0	?	0,6	?	3,8	?	?	4	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,3
160	1211955	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	28,6
161	1211962	3	?	4,5	?	1,1	?	5	?	?	3	?	5	?	5	?	3,6	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	0,0	?	?	38,8
162	1211966	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	36,1
163	1211973	3	?	4,1	?	1,1	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,1
164	1211974	3	?	4,1	?	1,4	?	5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	30,6
165	1211997	3	?	5,0	?	0,6	?	3,8	?	?	2	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,8
166	1212000	3	?	4,1	?	0,8	?	3,8	?	?	1	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,6
167	1212006	3	?	5,0	?	1,1	?	a)	?	?	a)	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	1,7	?	5	?	5	?	0,0	?	?	28,2
168	1212013	3	?	1,1	?	0,6	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	26,9
170	1212022	3	?	4,6	?	1,1	?	5	?	?	1	?	3,8	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	32,6
171	1212025	3	?	1,1	?	0,3	?	2,5	?	?	4	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	22,8
173	1212029	3	?	4,0	?	0,8	?	2,5	?	?	2,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	24,7
174	1212057	3	?	5,0	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	23,7

		Factor 1 - SÍTIO		Factor 1 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO						FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO								F4 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P. F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	T. Habitação	P.V.	P. F.	cor paredes	P.V.	tipo cobert.	P.V.	massa térmica	P.V.	idade edif.	P.V.	P. F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Âng. Obst.	P.V.	P. F.	∑F2, F3, F4
175	1212059	3	?	2,5	?	0,6	?	2,5	?	?	2	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	28,2
176	1212060	3	?	4,0	?	0,8	?	5	?	?	3,5	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	37,9
177	1212066	3	?	4,6	?	0,8	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	2,1	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	0,0	?	?	32,6
178	1212079	3	?	4,5	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	28,7
179	1212087	3	?	4,1	?	0,8	?	1,3	?	?	1	?	2,5	?	5	?	1,4	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	0,0	?	?	26,1
180	1212088	3	?	4,5	?	3,6	?	5	?	?	0,5	?	3,8	?	5	?	4,3	?	?	1,7	?	1,7	?	0,8	?	5,0	?	?	35,9
181	1212094	3	?	1,1	?	1,1	?	5	?	?	1	?	2,5	?	5	?	3,6	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	29,3
182	1212129	3	?	4,5	?	1,4	?	5	?	?	3	?	2,5	?	5	?	2,9	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	34,3
183	1212136	3	?	3,9	?	0,3	?	1,3	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	25,9
184	1212145	3	?	4,1	?	0,3	?	3,8	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	24,6
185	1212151	3	?	4,0	?	0,6	?	3,8	?	?	4,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	27,8
186	1212153	3	?	1,1	?	0,8	?	2,5	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	2,1	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	21,2
187	1212155	3	?	3,9	?	0,8	?	5	?	?	4,5	?	5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	31,6
188	1212166	3	?	4,5	?	0,6	?	2,5	?	?	1,5	?	2,5	?	1,7	?	1,4	?	?	5	?	5	?	0	?	5,0	?	?	29,7
60	1212308	3	?	4,1	?	0,3	?	3,8	?	?	0,5	?	2,5	?	1,7	?	0,7	?	?	5	?	5	?	0	?	0,0	?	?	23,6

Apêndice I - Condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes de SE, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO							FACTOR 4 - ENVOLVENTE							RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	Orient. Fachada	P.V.	T. Hab.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	Dens. veg.	P.V.	Tipo folha	P.V.	Alt.árv.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
1	1211007	3	?	1,3	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,4
2	1211009	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	15,1
3	1211012	3	?	3,8	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	3,6	?	?	21,5
4	1211017	3	?	5,0	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,0
5	1211018	4	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
6	1211019	3	?	3,8	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,2
7	1211021	2	?	3,8	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
8	1211022	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
9	1211025	4	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
10	1211026	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
11	1211043	3	?	3,3	?	1,3	?	2,8	?	?	3,3	?	5	?	1,4	?	?	17,1
12	1211045	3	?	3,8	?	2,5	?		?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,3
13	1211048	3	?	3,3	?	2,5	?	0,6	?	?	3,3	?	1,7	?	2,9	?	?	14,3
14	1211053	3	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
15	1211056	4	?	2,5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,8
16	1211058	3	?	2,5	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,1
17	1211067	3	?	2,5	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,2
18	1211072	2	?	3,3	?	1,3	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
19	1211077	2	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
20	1211078	3	?	4,1	?	1,3	?	2,5	?	?	3,3	?	5	?	9	?	?	25,2
21	1211084	4	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	1,7	?	5	?	1,4	?	?	14,6
22	1211089	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
23	1211096	3	?	5,0	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,6
24	1211097	3	?	3,3	?	3,8	?	1,1	?	?	1,7	?	5	?	2,9	?	?	17,8
25	1211103	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
26	1211118	3	?	2,5	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,1
27	1211123	3	?	1,3	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,1
28	1211126	3	?	1,3	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
29	1211127	3	?	3,8	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
30	1211129	3	?	2,5	?	3,8	?	0,8	?	?	3,3	?	1,7	?	3,6	?	?	15,7
31	1211148	3	?	3,8	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
32	1211160	4	?	3,8	?	1,3	?	14	?	?	3,3	?	5	?	1,4	?	?	28,8
33	1211168	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
34	1211172	4	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	3,3	?	3,3	?	2,1	?	?	15,8
35	1211177	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
36	1211192	4	?	4,1	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,2
37	1211195	2	?	2,5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,8
38	1211196	4	?	3,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
39	1211204	3	?	1,3	?	3,8	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	2,9	?	?	17,1
40	1211205	3	?	2,5	?	3,8	?	0,6	?	?	1,7	?	5	?	0,7	?	?	14,3
41	1211207	3	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,0
42	1211209	4	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
43	1211211	3	?	3,8	?	5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
44	1211215	4	?	3,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
45	1211235	2	?	4,1	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	5	?	3,6	?	?	18,7
46	1211241	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
47	1211244	3	?	2,5	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,3
48	1211245	4	?	2,5	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,6
49	1211257	3	?	3,8	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	3,6	?	?	21,5
50	1211259	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	5	?	1,4	?	?	15,5
51	1211260	2	?	5,0	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
52	1211261	3	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
53	1211268	3	?	2,5	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,8
54	1211271	3	?	4,1	?	2,5	?	0,3	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	14,6
55	1211272	4	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	3,3	?	1,4	?	?	14,5
56	1211281	3	?	3,8	?	1,3	?	0,6	?	?	1,7	?	1,7	?	3,6	?	?	12,7
57	1211287	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
58	1211290	4	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	3,3	?	0,7	?	?	10,6
59	1211297	3	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
61	1211309	3	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
62	1211310	2	?	5,0	?	1,3	?	1,7	?	?	1,7	?	5	?	0,7	?	?	15,4
63	1211328	2	?	4,1	?	1,3	?	3,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,5
64	1211336	4	?	4,1	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	1,7	?	4,3	?	?	17,8
66	1211351	3	?	3,8	?	2,5	?	0,3	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	14,3
67	1211361	2	?	2,5	?	1,3	?	2,2	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,0
68	1211362	3	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
69	1211364	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
70	1211367	3	?	3,3	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,9
71	1211375	4	?	3,8	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,4
72	1211380	3	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
73	1211388	3		5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
74	1211390	4	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
75	1211391	3	?	2,5	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,6
76	1211404	3	?	2,8	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,1
77	1211407	3	?	5,0	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,6
79	1211415	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
80	1211417	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
81	1211430	4	?	3,8	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
82	1211431	4	?	2,5	?	2,5	?	0,6	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	13,3
83	1211432	4	?	5,0	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,1
84	1211440	3	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO						FACTOR 4 - ENVOLVENTE						RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	Orient. Fachada	P.V.	T. Hab.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	Dens. veg.	P.V.	Tipo folha	P.V.	Alt.árv.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
85	1211447	3	?	3,8	?	1,3	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	1,4	?	?	15,6
86	1211456	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
87	1211467	4	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	5	?	3,6	?	?	18,4
88	1211473	4	?	1,3	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,0
89	1211475	3	?	4,1	?	1,3	?	18	?	?	1,7	?	5	?	0,7	?	?	30,8
90	1211479	3	?	5,0	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	1,7	?	1,4	?	?	15,8
91	1211481	3	?	3,8	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	5	?	1,4	?	?	15,9
92	1211495	4	?	3,3	?	2,5	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
93	1211500	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
94	1211503	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
95	1211505	4	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
96	1211508	3	?	2,5	?	1,3	?	3,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
97	1211516	3	?	3,3	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,4
98	1211531	4	?	2,5	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	5	?	2,1	?	?	17,3
99	1211545	3	?	5,0	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	3,3	?	2,1	?	?	18,1
100	1211551	3	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
101	1211558	3	?	4,1	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,8
102	1211563	3	?	3,3	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
103	1211577	3	?	5,0	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,8
104	1211578	3	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	3,3	?	5	?	2,1	?	?	16,4
105	1211580	3	?	5,0	?	1,3	?	2,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,1
106	1211584	3	?	3,8	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
107	1211585	3	?	4,1	?	1,3	?	1,7	?	?	1,7	?	3,3	?	0,7	?	?	12,8
109	1211605	2	?	3,8	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
110	1211609	3	?	3,3	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
111	1211617	3	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
112	1211618	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	14,2
113	1211625	4	?	3,3	?	2,5	?	0,3	?	?	3,3	?	1,7	?	1,4	?	?	12,5
114	1211636	3	?	3,8	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
115	1211642	4	?	5,0	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
116	1211652	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	1,7	?	0,7	?	?	12,2
117	1211657	4	?	3,3	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	1,7	?	2,9	?	?	15,6
118	1211665	3	?	4,1	?	1,3	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
119	1211666	4	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
120	1211679	3	?	3,8	?	5	?	0,6	?	?	3,3	?	1,7	?	4,3	?	?	18,7
121	1211681	4	?	4,1	?	1,3	?	2,8	?	?	1,7	?	3,3	?	1,4	?	?	14,6
122	1211691	4	?	3,3	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,4
123	1211701	3	?	2,5	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,2
124	1211713	4	?	3,3	?	1,3	?	1,7	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,3
125	1211722	2	?	3,3	?	3,8	?	0,6	?	?	3,3	?	5	?	2,1	?	?	18,1
126	1211728	3	?	3,8	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,2
127	1211736	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	5	?	4,3	?	?	19,1
128	1211741	2	?	1,3	?	1,3	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,2
129	1211748	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
130	1211764	3	?	3,3	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
131	1211771	2	?	2,5	?	a)	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,1
132	1211776	3	?	3,8	?	2,5	?	0,6	?	?	3,3	?	5	?	0,7	?	?	15,9
133	1211782	2	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	1,7	?	0,7	?	?	9,0
134	1211787	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	1,7	?	1,4	?	?	13,8
135	1211791	3	?	2,5	?	1,3	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
136	1211802	4	?	5,0	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,7
137	1211812	4	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
138	1211815	3	?	4,1	?	5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,7
139	1211818	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
140	1211820	3	?	5,0	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
141	1211828	3	?	3,8	?	1,3	?	1,9	?	?	3,3	?	5	?	0,7	?	?	16,0
142	1211835	4	?	a)	?	1,3	?	2,5	?	?	1,7	?	5	?	1,4	?	?	11,9
143	1211837	3	?	5,0	?	2,5	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
144	1211857	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4
145	1211873	4	?	1,3	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,4
146	1211877	3	?	1,3	?	1,3	?	1,9	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,5
147	1211879	3	?	3,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
148	1211881	2	?	5,0	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,4
149	1211883	3	?	4,1	?	3,8	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	1,4	?	?	18,4
150	1211890	3	?	4,1	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,2
151	1211891	4	?	4,1	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,2
152	1211899	4	?	1,3	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,7
153	1211923	4	?	5,0	?	a)	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,4
154	1211924	2	?	5,0	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,3
155	1211925	3	?	4,1	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	1,7	?	2,1	?	?	17,0
156	1211941	4	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	1,7	?	4,3	?	?	16,7
157	1211942	3	?	5,0	?	1,3	?	1,1	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	15,1
158	1211948	4	?	5,0	?	1,3	?	2,2	?	?	1,7	?	3,3	?	2,1	?	?	15,6
159	1211953	3	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
160	1211955	3	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
161	1211962	3	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	3,3	?	5	?	2,1	?	?	16,9
162	1211966	2	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
163	1211973	4	?	4,1	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,5
164	1211974	3	?	4,1	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,8
165	1211997	4	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
166	1212000	3	?	4,1	?	2,5	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,4

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 2 - ARQUITECTURA DO EDIFÍCIO						FACTOR 4 - ENVOLVENTE						RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	Orient. Fachada	P.V.	T. Hab.	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	Dens. veg.	P.V.	Tipo folha	P.V.	Alt.árv.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
167	1212006	3	?	5,0	?	a)	?	1,1	?	?	1,7	?	5	?	0,7	?	?	13,5
168	1212013	3	?	2,5	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,6
170	1212022	3	?	2,5	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	19,9
171	1212025	3	?	2,5	?	3,8	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,6
173	1212029	2	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
174	1212057	3	?	5,0	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	24,6
175	1212059	3	?	3,8	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,2
176	1212060	3	?	5,0	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
177	1212066	2	?	2,5	?	1,3	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	2,1	?	?	15,0
178	1212079	4	?	3,3	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,9
179	1212087	3	?	4,1	?	5	?	0,8	?	?	3,3	?	5	?	3,6	?	?	21,8
180	1212088	4	?	3,3	?	1,3	?	3,6	?	?	1,7	?	1,7	?	4,3	?	?	15,9
181	1212094	4	?	1,3	?	1,3	?	1,1	?	?	5	?	5	?	5	?	?	18,7
182	1212129	3	?	3,3	?	1,3	?	1,4	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,0
183	1212136	3	?	5,0	?	5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	25,3
184	1212145	3	?	4,1	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9
185	1212151	4	?	5,0	?	2,5	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	23,1
186	1212153	4	?	1,3	?	3,8	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	20,9
187	1212155	3	?	5,0	?	1,3	?	0,8	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,1
188	1212166	3	?	3,3	?	3,8	?	0,6	?	?	5	?	5	?	5	?	?	22,7
60	1211308	4	?	4,1	?	2,5	?	0,3	?	?	5	?	5	?	5	?	?	21,9

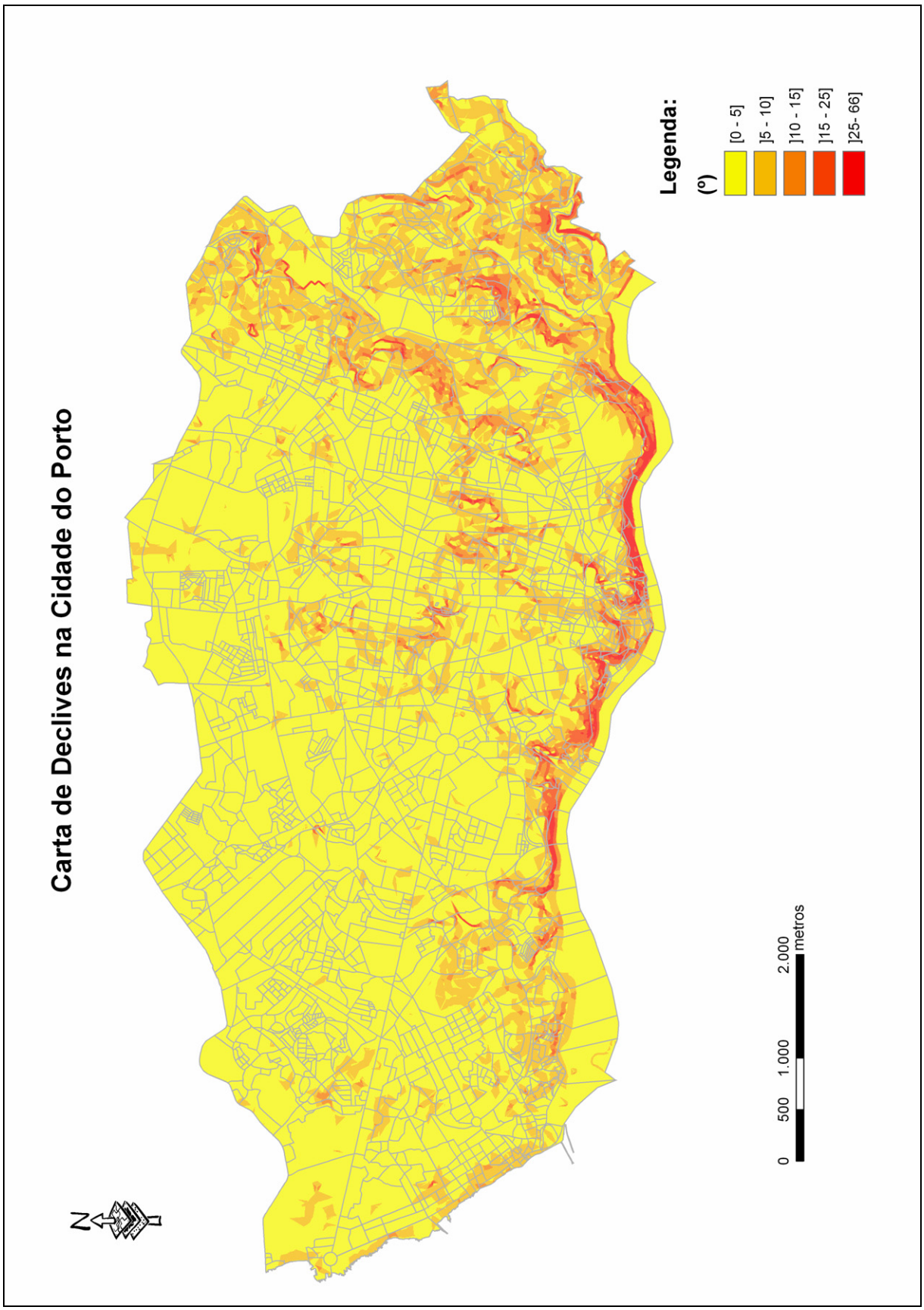
Apêndice J - Condições naturais e de edificado potenciadoreas de humidade, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 1 - ARQ.CONSTRUÇÃO				FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 3 - ENVOLVENTE									RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Âng. Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
1	1211007	1	?	5,0	?	5	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	20,0
2	1211009	1	?	3,5	?	4,2	?	?	3,6	?	5	?	?	5	?	5	?	0,8	?	0,0	?	?	27,1
3	1211012	1	?	3,4	?	4,4	?	?	2,9	?	1	?	?	3,3	?	0	?	1,7	?	0,0	?	?	16,7
4	1211017	1	?	4,5	?	3,6	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	12,9
5	1211018	1	?	3,3	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,1
6	1211019	1	?	3,4	?	4,4	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,1
7	1211021	2	?	3,6	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,7
8	1211022	1	?	4,5	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,7
9	1211025	1	?	2,4	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,2
10	1211026	1	?	2,4	?	4,2	?	?	3,6	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,9
11	1211043	1	?	3,6	?	2,5	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	16,7
12	1211045	1	?	3,4	?	4,2	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,9
13	1211048	1	?	5,0	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	5	?	2,5	?	0,0	?	?	25,1
14	1211053	2	?	4,7	?	3,6	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,1
15	1211056	1	?	3,6	?	4,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	23,7
16	1211058	1	?	4,3	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,8
17	1211067	1	?	3,6	?	3,9	?	?	2,1	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,3
18	1211072	2	?	5,0	?	3,3	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	16,6
19	1211077	1	?	4,5	?	4,4	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,2
20	1211078	2	?	4,7	?	2,8	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	0	?	1,7	?	0,0	?	?	15,6
21	1211084	1	?	3,4	?	3,9	?	?	2,1	?	2	?	?	5	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	20,6
22	1211089	1	?	4,5	?	4,7	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	16,9
23	1211096	1	?	4,5	?	4,2	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,0
24	1211097	2	?	5,0	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	5	?	0	?	2,5	?	0,0	?	?	21,3
25	1211103	1	?	4,5	?	4,2	?	?	2,1	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,5
26	1211118	1	?	4,3	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,6
27	1211123	1	?	3,6	?	5	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,3
28	1211126	2	?	5,0	?	4,2	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,9
29	1211127	2	?	3,6	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,9
30	1211129	1	?	3,6	?	4,4	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	5,0	?	?	29,6
31	1211148	1	?	3,6	?	4,7	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,6
32	1211160	1	?	3,6	?	5	?	?	1,4	?	1	?	?	3,3	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	18,5
33	1211168	1	?	4,5	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,2
34	1211172	1	?	4,7	?	3,6	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	2,5	?	3,3	?	5,0	?	?	27,0
35	1211177	1	?	4,7	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,2
36	1211192	1	?	4,7	?	5	?	?	4,3	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,7
37	1211195	2	?	5,0	?	4,4	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,1
38	1211196	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	5,0	?	?	23,1
39	1211204	2	?	5,0	?	4,4	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	0	?	2,5	?	5,0	?	?	23,3
40	1211205	3	?	4,3	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	5	?	0	?	5	?	0,0	?	?	22,9
41	1211207	1	?	5,0	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,5
42	1211209	1	?	3,6	?	3,9	?	?	2,9	?	3	?	?	5	?	0	?	0	?	0,0	?	?	18,4
43	1211211	1	?	3,5	?	4,7	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	18,9
44	1211215	2	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,8
45	1211235	2	?	4,7	?	3,9	?	?	0,7	?	1	?	?	3,3	?	0	?	1,7	?	5,0	?	?	20,3
46	1211241	2	?	4,5	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	12,8
47	1211244	1	?	3,6	?	5	?	?	17	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	31,3
48	1211245	1	?	3,6	?	4,7	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,6
49	1211257	1	?	3,4	?	4,4	?	?	2,9	?	1	?	?	3,3	?	0	?	1,7	?	0,0	?	?	16,7
50	1211259	2	?	4,5	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	5	?	0	?	4,2	?	5,0	?	?	28,8
51	1211260	2	?	2,4	?	4,7	?	?	5	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	0,0	?	?	19,1
52	1211261	1	?	4,5	?	4,4	?	?	2,1	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,7
53	1211268	1	?	4,3	?	4,4	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	23,7
54	1211271	1	?	4,7	?	5	?	?	0,7	?	3	?	?	5	?	5	?	0,8	?	0,0	?	?	24,2
55	1211272	1	?	3,4	?	3,9	?	?	1,4	?	1	?	?	3,3	?	2,5	?	4,2	?	5,0	?	?	24,7

		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 1 - ARQ. CONSTRUÇÃO					FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 3 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ång. Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
56	1211281	1	?	3,6	?	5	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	5	?	1,7	?	5,0	?	?	28,4
57	1211287	1	?	4,7	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,8
58	1211290	1	?	4,3	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	5	?	2,5	?	5	?	0,0	?	?	26,9
59	1211297	1	?	3,6	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,6
61	1211309	1	?	4,7	?	3,6	?	?	2,9	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	0,0	?	?	18,2
62	1211310	2	?	4,5	?	3,6	?	?	13	?	2	?	?	5	?	0	?	5	?	5,0	?	?	38,1
63	1211328	2	?	4,7	?	2,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	11,7
64	1211336	1	?	4,7	?	4,7	?	?	4,3	?	1	?	?	3,3	?	5	?	0,8	?	5,0	?	?	28,8
66	1211351	1	?	3,6	?	1,4	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	5	?	0,8	?	0,0	?	?	19,8
67	1211361	2	?	4,3	?	3,1	?	?	1,4	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,8
68	1211362	1	?	4,5	?	4,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,6
69	1211364	2	?	4,7	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,7
70	1211367	2	?	5,0	?	4,4	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,0
71	1211375	1	?	3,4	?	4,4	?	?	3,6	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,1
72	1211380	1	?	3,5	?	3,9	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,7
73	1211388	1	?	2,4	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,4
74	1211390	2	?	4,7	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,5
75	1211391	1	?	3,6	?	4,4	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,3
76	1211404	2	?	3,5	?	4,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	16,6
77	1211407	1	?	2,4	?	4,2	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,6
79	1211415	1	?	4,7	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	16,5
80	1211417	2	?	2,4	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,9
81	1211430	1	?	3,5	?	4,4	?	?	4,3	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	23,9
82	1211431	1	?	4,3	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	5	?	0,8	?	0,0	?	?	20,4
83	1211432	1	?	2,4	?	1,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,5
84	1211440	1	?	4,5	?	4,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,6
85	1211447	2	?	3,6	?	4,4	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	18,5
86	1211456	1	?	4,5	?	4,2	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,7
87	1211467	1	?	3,4	?	3,9	?	?	2,1	?	2	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	0,0	?	?	21,4
88	1211473	1	?	5,0	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,2
89	1211475	2	?	4,7	?	1	?	?	1,4	?	1	?	?	5	?	0	?	5	?	0,0	?	?	18,1
90	1211479	1	?	2,4	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	5	?	1,7	?	0,0	?	?	21,7
91	1211481	1	?	3,6	?	4,2	?	?	5	?	4	?	?	3,3	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	24,3
92	1211495	1	?	5,0	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,5
93	1211500	1	?	4,5	?	4,7	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	19,9
94	1211503	2	?	4,7	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,0
95	1211505	1	?	4,5	?	4,4	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,0
96	1211508	1	?	3,6	?	2,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	9,9
97	1211516	2	?	5,0	?	4,4	?	?	4,3	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	20,4
98	1211531	1	?	3,6	?	4,7	?	?	4,3	?	1	?	?	3,3	?	0	?	3,3	?	5,0	?	?	25,2
99	1211545	1	?	4,5	?	4,7	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	2,5	?	3,3	?	0,0	?	?	21,4
100	1211551	1	?	5,0	?	4,2	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,3
101	1211558	2	?	4,7	?	3,9	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,2
102	1211563	1	?	5,0	?	1,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,1
103	1211577	1	?	2,4	?	1,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,5
104	1211578	1	?	5,0	?	3,9	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	0	?	3,3	?	0,0	?	?	18,6
105	1211580	3	?	4,5	?	2,5	?	?	1,4	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	11,1
106	1211584	1	?	3,4	?	3,9	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,9
107	1211585	2	?	4,7	?	3,6	?	?	2,1	?	2	?	?	5	?	2,5	?	5	?	5,0	?	?	29,9
109	1211605	1	?	3,4	?	1,4	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,5
110	1211609	1	?	5,0	?	4,4	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,4
111	1211617	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,0
112	1211618	1	?	4,7	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	5	?	0,8	?	5,0	?	?	27,8
113	1211625	2	?	5,0	?	1,4	?	?	5	?	1	?	?	3,3	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	19,9
114	1211636	2	?	3,5	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,6

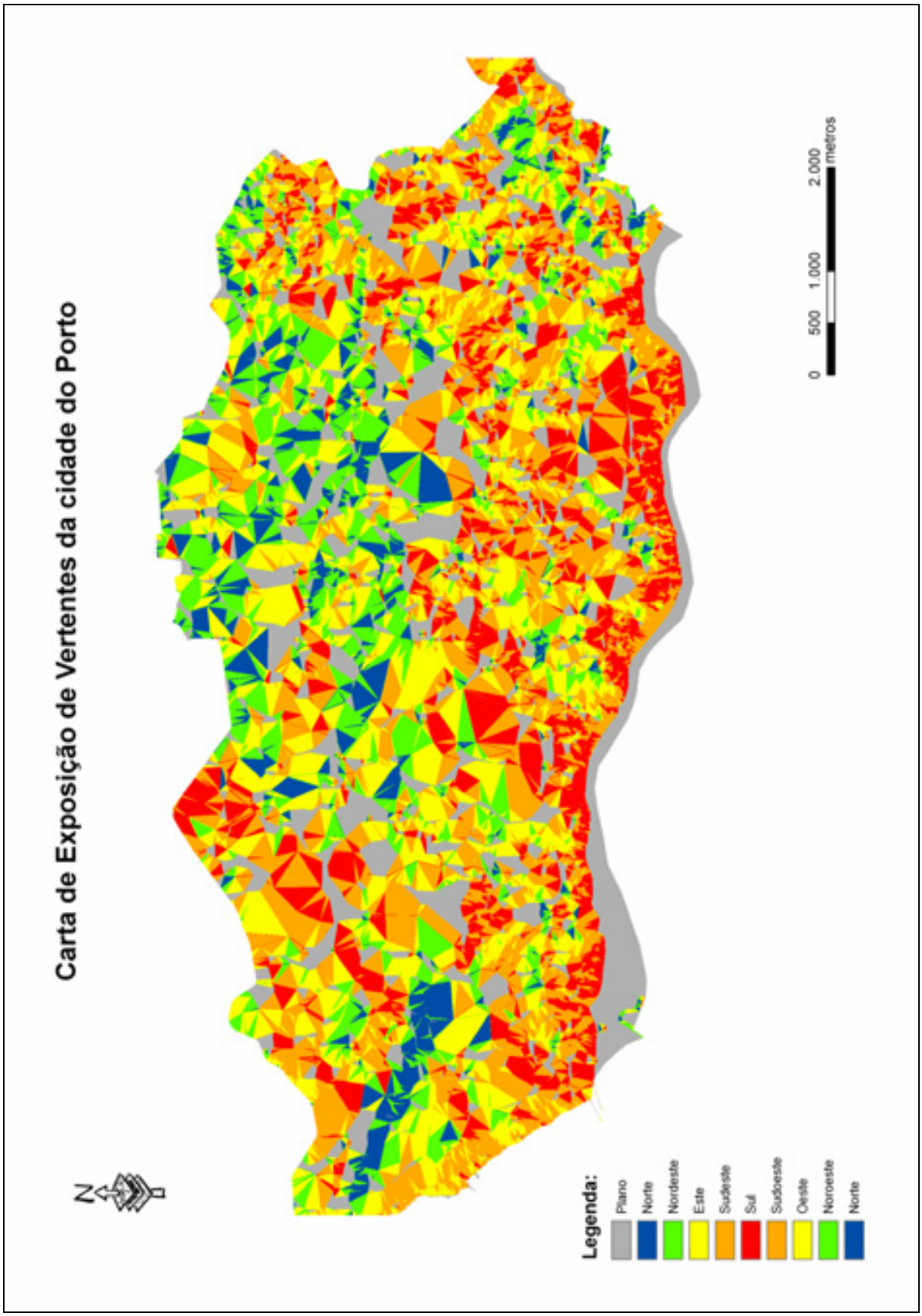
		FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 1 - ARQ. CONSTRUÇÃO					FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 3 - ENVOLVENTE								RESULTADO
C.SIG	C.H.S.J.	Condições naturais	P.F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ång. Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
115	1211642	1	?	4,7	?	4,4	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,9
116	1211652	2	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	5	?	5	?	0,0	?	?	25,6
117	1211657	1	?	5,0	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	3,3	?	5	?	2,5	?	0,0	?	?	25,1
118	1211665	1	?	4,7	?	1,4	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,8
119	1211666	1	?	2,4	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,2
120	1211679	1	?	3,6	?	4,7	?	?	2,9	?	1	?	?	3,3	?	5	?	0,8	?	0,0	?	?	21,3
121	1211681	1	?	4,7	?	2,5	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	2,5	?	4,2	?	1,7	?	?	23,7
122	1211691	1	?	5,0	?	4,7	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,5
123	1211701	2	?	3,6	?	3,9	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,3
124	1211713	1	?	5,0	?	3,6	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,2
125	1211722	2	?	5,0	?	4,7	?	?	2,1	?	1	?	?	3,3	?	0	?	3,3	?	0,0	?	?	19,4
126	1211728	1	?	3,4	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	14,2
127	1211736	1	?	4,7	?	4,2	?	?	2,9	?	3	?	?	3,3	?	0	?	0,8	?	0,0	?	?	18,9
128	1211741	1	?	5,0	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,7
129	1211748	1	?	4,5	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,2
130	1211764	1	?	5,0	?	4,4	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,4
131	1211771	2	?	4,3	?	4,7	?	?	5	?	a)	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,7
132	1211776	1	?	3,6	?	4,7	?	?	4,3	?	3	?	?	3,3	?	0	?	5	?	0,0	?	?	23,9
133	1211782	2	?	3,6	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	5	?	0	?	5	?	5,0	?	?	29,4
134	1211787	2	?	4,5	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	3,3	?	5	?	4,2	?	0,0	?	?	26,1
135	1211791	2	?	4,3	?	3,3	?	?	2,1	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,4
136	1211802	1	?	2,4	?	3,9	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	12,6
137	1211812	1	?	4,5	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,3
138	1211815	1	?	4,7	?	4,7	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	18,4
139	1211818	1	?	2,4	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,1
140	1211820	1	?	2,4	?	4,7	?	?	4,3	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,1
141	1211828	2	?	3,6	?	3,3	?	?	1,4	?	1	?	?	3,3	?	0	?	5	?	0,0	?	?	17,6
142	1211835	1	?	a)	?	2,8	?	?	2,1	?	1	?	?	5	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	15,1
143	1211837	1	?	4,5	?	3,3	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	17,8
144	1211857	1	?	4,5	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	13,5
145	1211873	1	?	5,0	?	4,4	?	?	4,3	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,4
146	1211877	1	?	5,0	?	3,3	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,1
147	1211879	2	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,0
148	1211881	1	?	2,4	?	4,7	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,8
149	1211883	2	?	4,7	?	4,4	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	0	?	4,2	?	0,0	?	?	23,2
150	1211890	1	?	4,7	?	4,7	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	19,1
151	1211891	1	?	5,0	?	1,9	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	18,2
152	1211899	2	?	5,0	?	4,7	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	16,0
153	1211923	1	?	2,4	?	3,9	?	?	3,6	?	1	?	?	5	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,9
154	1211924	1	?	4,5	?	4,4	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,9
155	1211925	2	?	4,7	?	4,4	?	?	4,3	?	1	?	?	3,3	?	5	?	3,3	?	5,0	?	?	31,0
156	1211941	1	?	4,5	?	4,2	?	?	3,6	?	3	?	?	3,3	?	5	?	0,8	?	5,0	?	?	29,4
157	1211942	1	?	4,5	?	4,2	?	?	4,3	?	2	?	?	5	?	5	?	0,8	?	5,0	?	?	30,8
158	1211948	1	?	4,5	?	3,1	?	?	2,9	?	2	?	?	5	?	2,5	?	3,3	?	5,0	?	?	28,3
159	1211953	1	?	4,5	?	4,7	?	?	4,3	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,2
160	1211955	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,8
161	1211962	2	?	4,7	?	4,2	?	?	2,1	?	3	?	?	3,3	?	0	?	3,3	?	5,0	?	?	25,6
162	1211966	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,8
163	1211973	1	?	4,7	?	4,2	?	?	2,9	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,5
164	1211974	2	?	4,7	?	3,9	?	?	3,6	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,9
165	1211997	1	?	4,5	?	1,9	?	?	2,9	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	17,0
166	1212000	1	?	4,7	?	4,4	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	19,8
167	1212006	2	?	4,5	?	4,2	?	?	2,9	?	5	?	?	5	?	0	?	5	?	5,0	?	?	31,6
168	1212013	2	?	3,6	?	4,7	?	?	5	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	16,0
170	1212022	1	?	4,3	?	4,2	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,8

C.SIG	Código	FACTOR 1 - SÍTIO		FACTOR 1 - ARQ. CONSTRUÇÃO					FACTOR 2 - MATERIAL DE CONSTRUÇÃO					FACTOR 3 - ENVOLVENTE								RESULTADO
		Condições naturais	P.F.	O.F.Exposta	P.V.	alt.edif.	P.V.	P.F.	idade edif.	P.V.	est. conservação	P.V.	P.F.	dens.veget.	P.V.	tipo folha	P.V.	alt.árvores	P.V.	Ång. Obst.	P.V.	P.F.	∑F2, F3, F4
171	1212025	1	?	3,6	?	5	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	23,3
173	1212029	1	?	4,5	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	25,6
174	1212057	1	?	4,5	?	4,4	?	?	5	?	5	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	25,6
175	1212059	1	?	3,4	?	4,7	?	?	4,3	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,1
176	1212060	1	?	4,5	?	4,4	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	15,2
177	1212066	2	?	4,3	?	4,4	?	?	3,6	?	5	?	?	3,3	?	0	?	3,3	?	5,0	?	?	28,9
178	1212079	1	?	5,0	?	4,4	?	?	2,9	?	2	?	?	5	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,3
179	1212087	1	?	4,7	?	4,4	?	?	4,3	?	5	?	?	3,3	?	0	?	1,7	?	5,0	?	?	28,4
180	1212088	1	?	5,0	?	1,7	?	?	1,4	?	1	?	?	5	?	5	?	0,8	?	0,0	?	?	19,9
181	1212094	1	?	5,0	?	4,2	?	?	2,1	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	19,0
182	1212129	1	?	4,7	?	3,9	?	?	2,9	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,2
183	1212136	1	?	2,4	?	5	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	18,1
184	1212145	1	?	4,7	?	5	?	?	5	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	25,4
185	1212151	1	?	4,5	?	4,7	?	?	5	?	2	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	22,9
186	1212153	1	?	5,0	?	4,4	?	?	3,6	?	1	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	20,7
187	1212155	1	?	2,4	?	4,4	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	21,5
188	1212166	2	?	5,0	?	4,7	?	?	4,3	?	4	?	?	1,7	?	0	?	0	?	0,0	?	?	19,7
60	1212308	1	?	4,7	?	5	?	?	5	?	3	?	?	1,7	?	0	?	0	?	5,0	?	?	24,4



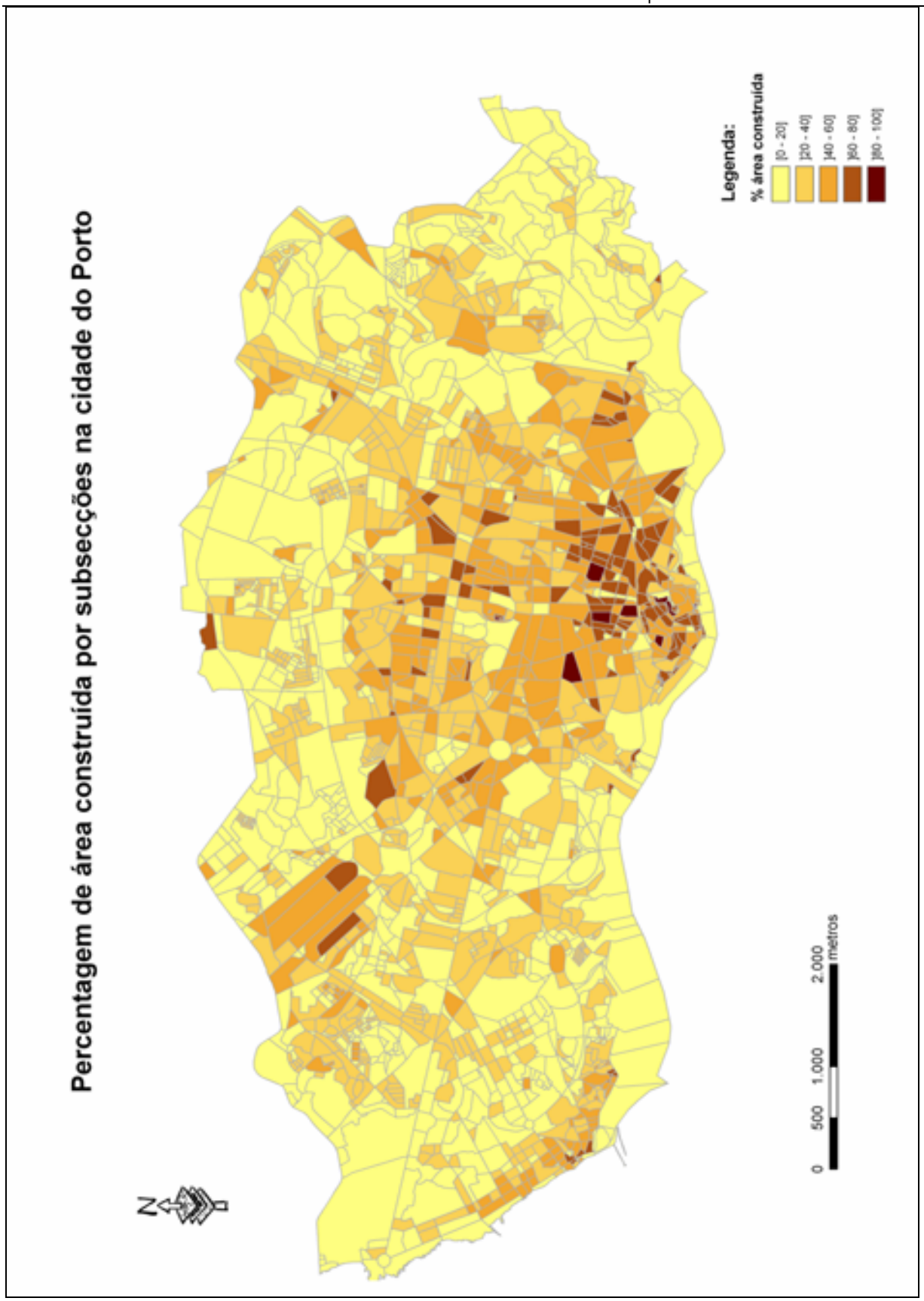
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice K – Carta de declives da cidade do Porto



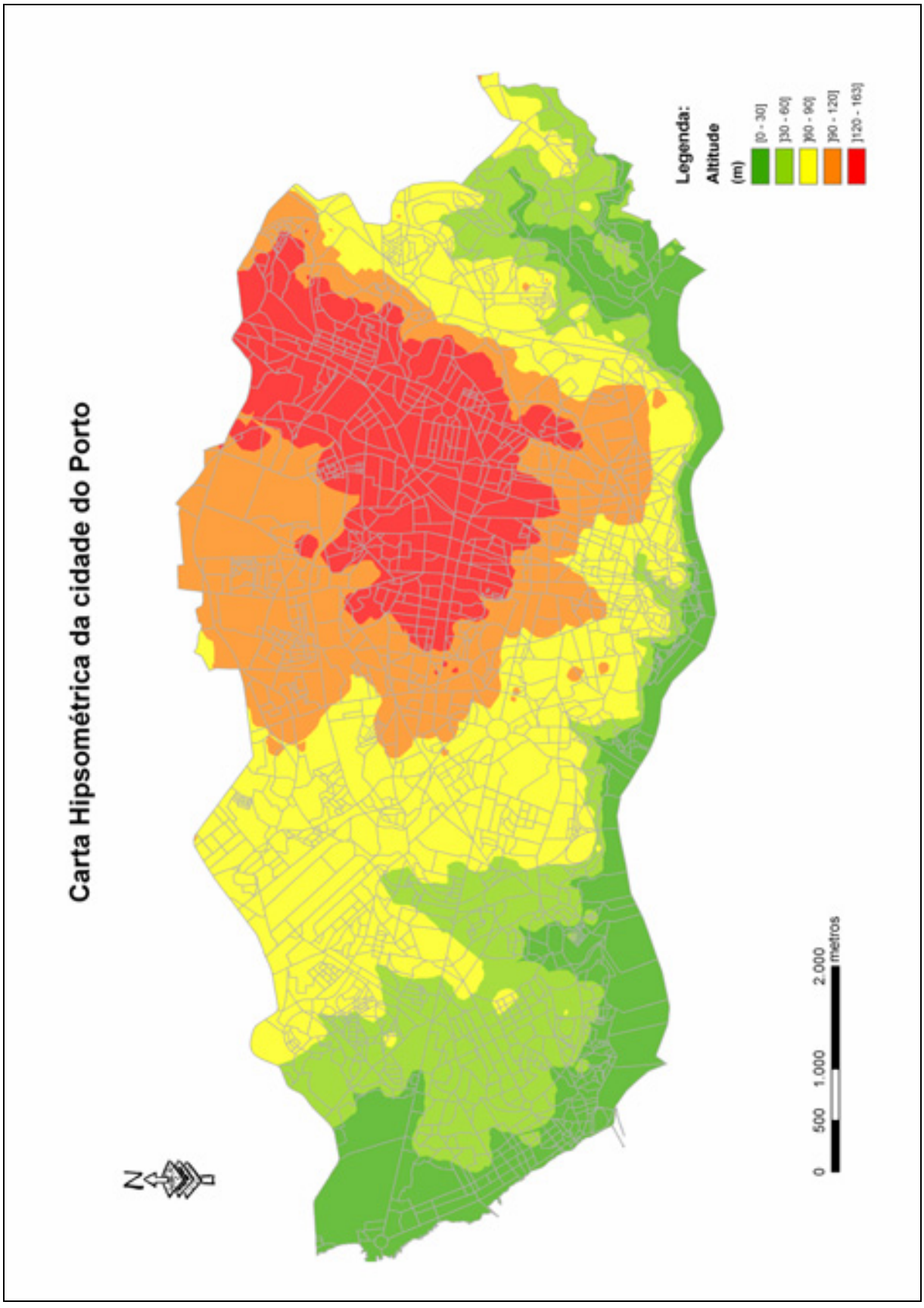
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice L – Carta de exposição de vertentes da cidade do Porto



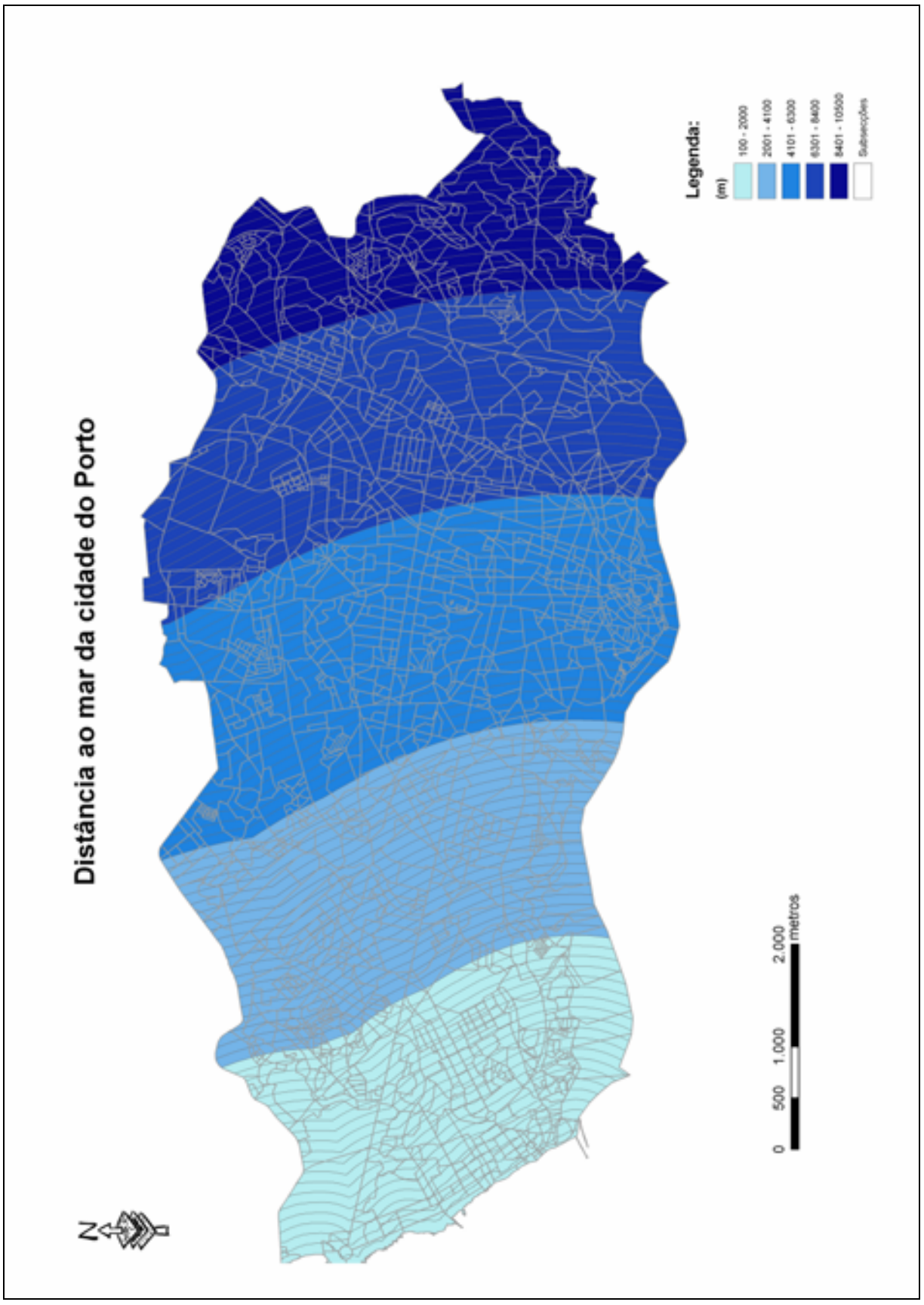
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice M – Carta de percentagem de área construída na cidade do Porto



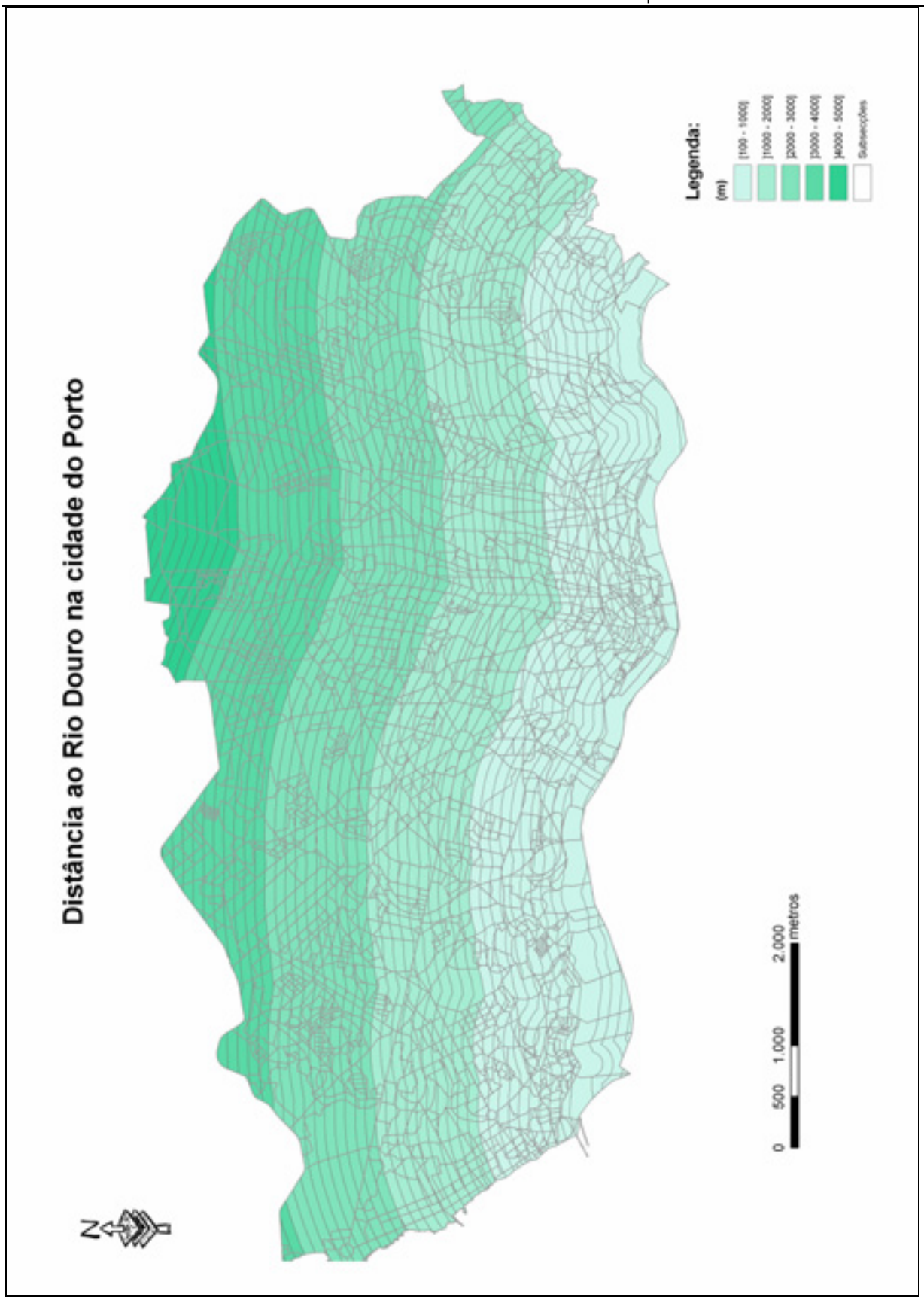
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice N – Carta hipsométrica da cidade do Porto



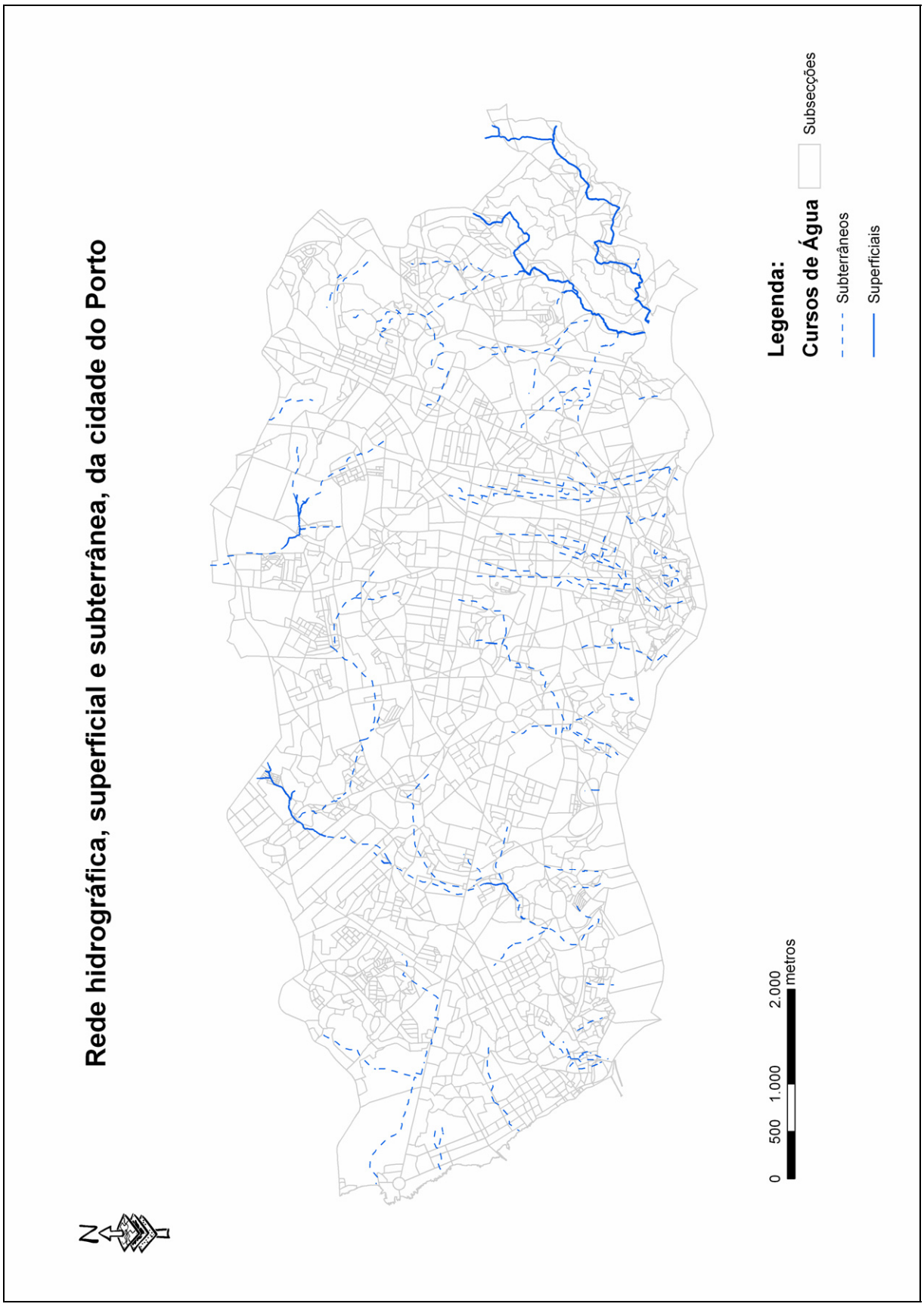
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice O – Carta de distância ao mar da cidade do Porto



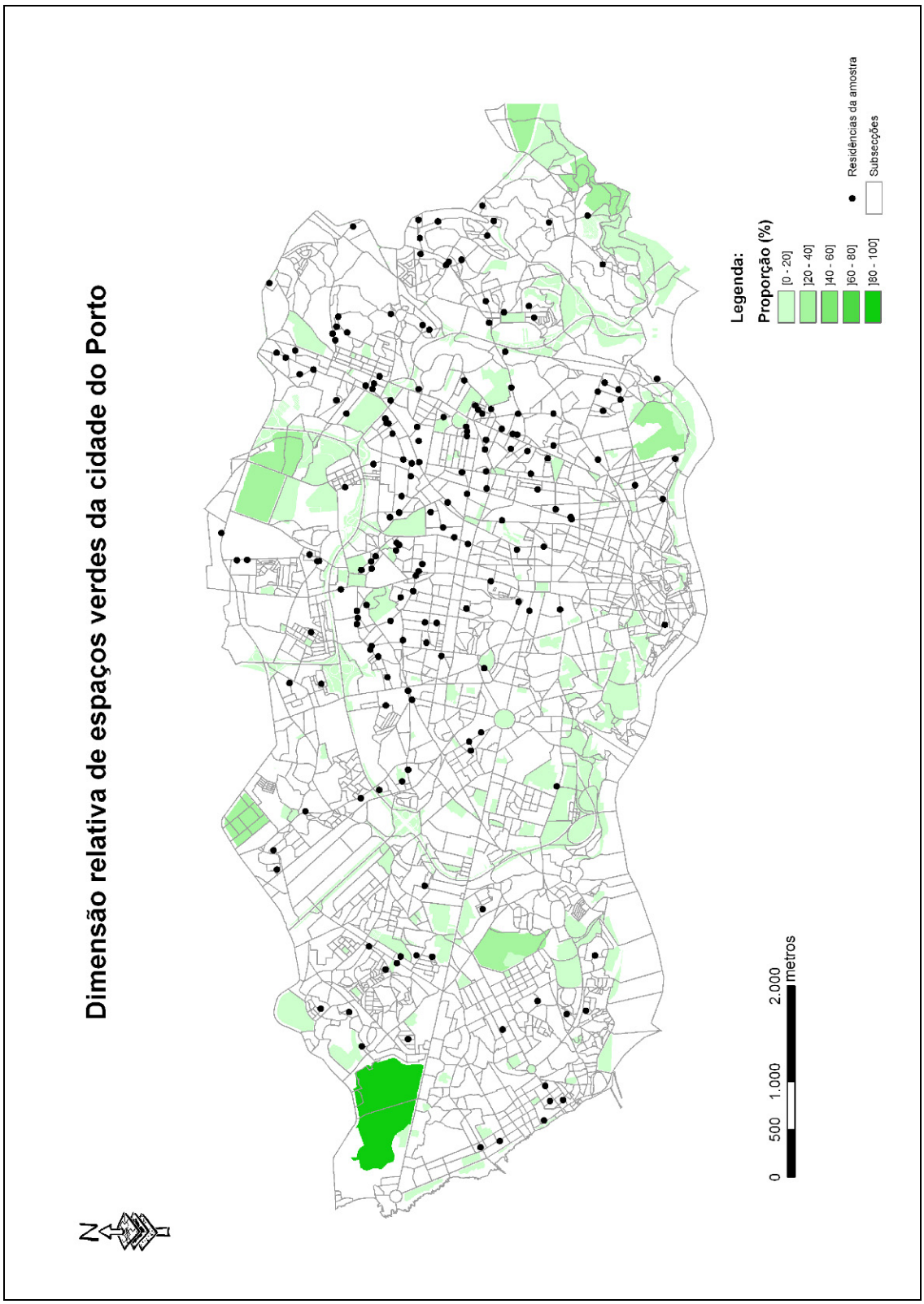
Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice P – Carta de distância ao Rio Douro da cidade do Porto



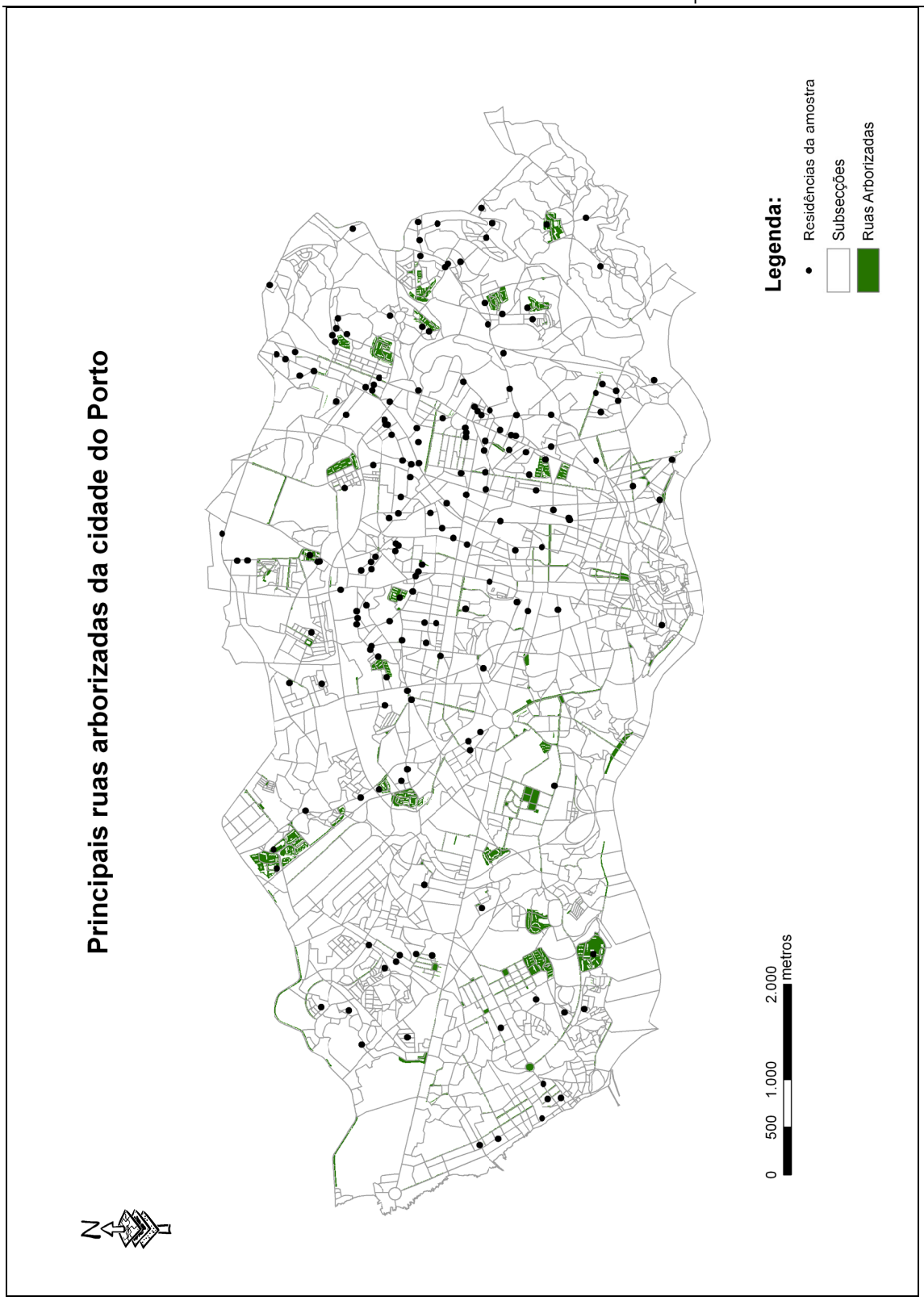
Fonte: Autor, c/ base Planta de Estrutura Ecológica do PDM do concelho do Porto (2006), à escala 1/1000, CMP e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice Q – Carta da rede hidrográfica, superficial e subterrânea, da cidade do Porto



Fonte: Autor, c/ base Planta de Estrutura Ecológica do PDM do concelho do Porto (2006), à escala 1/1000, CMP e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

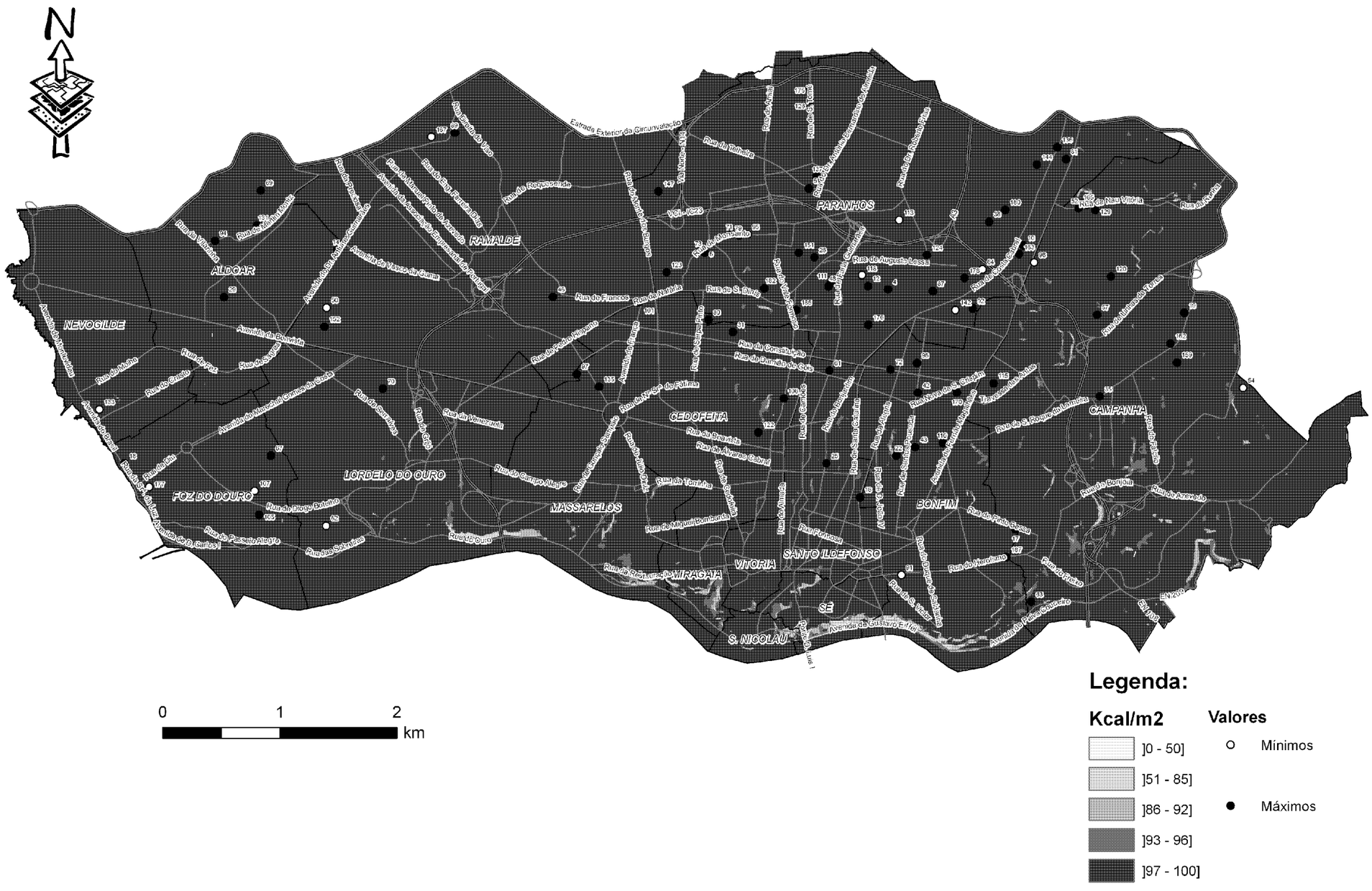
Apêndice R – Carta da dimensão relativa de espaços verdes da cidade do Porto



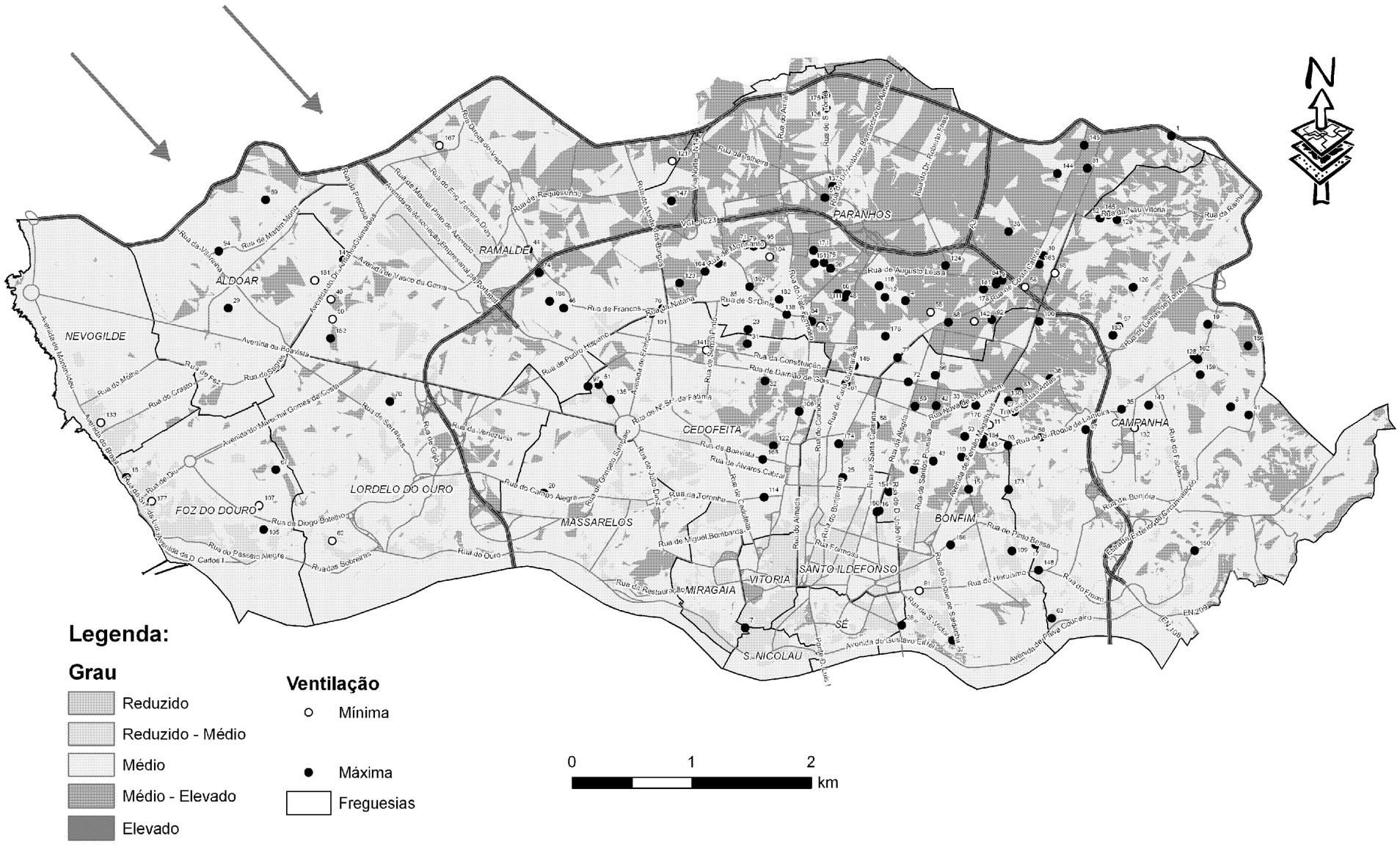
Fonte: Autor, c/ base Planta de Estrutura Ecológica do PDM do concelho do Porto (2006), à escala 1/1000, CMP e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice S– Carta das principais ruas arborizadas da cidade do Porto

Condições naturais e de edificado, favoráveis aos ganhos solares,
da habitação de doentes de enfarte do miocárdio, no Verão


N
NEVOGILDE
ALDOAR
RAMALDE
PARANHOS
CEDOFEITA
LORDELO DO OURO
FOZ DO DOURO
MASSARELOS
BONFIM
CAMPANHA
VITORIA
SANTO ILDEFONSO
SÉ
S. NICOLAU
MIRAGAIA
Estrada Exterior da Circunvalação
Via Norte - A28
Via - IC23
Rua de Requesende
Rua da Telheira
Rua de Antero de Quental
Rua de Augusto Lessa
Rua de S. Gens
Rua de Francos
Rua de Sá da Bandeira
Rua de Santa Catarina
Rua de Miguel Bombarda
Rua de Ceuta
Rua de Cedofeita
Rua de Entre-Quintas
Rua de Campo Alegre
Rua de Ouro
Rua das Carmelitas
Rua de Passos Manuel
Rua de Gonçalo Cristóvão
Rua de Fernandes Tomás
Rua de Mouzinho da Silveira
Rua de Alexandre Herculano
Rua de Gondarém
Rua de Costa Cabral
Rua de Camões
Rua de Sá da Bandeira
Rua de Santa Maria
Rua de Cândido dos Reis
Rua de Ramalho Ortigão
Rua de Gonçalo Sampaio
Rua de Miguel Bombarda
Rua de Fernandes Tomás

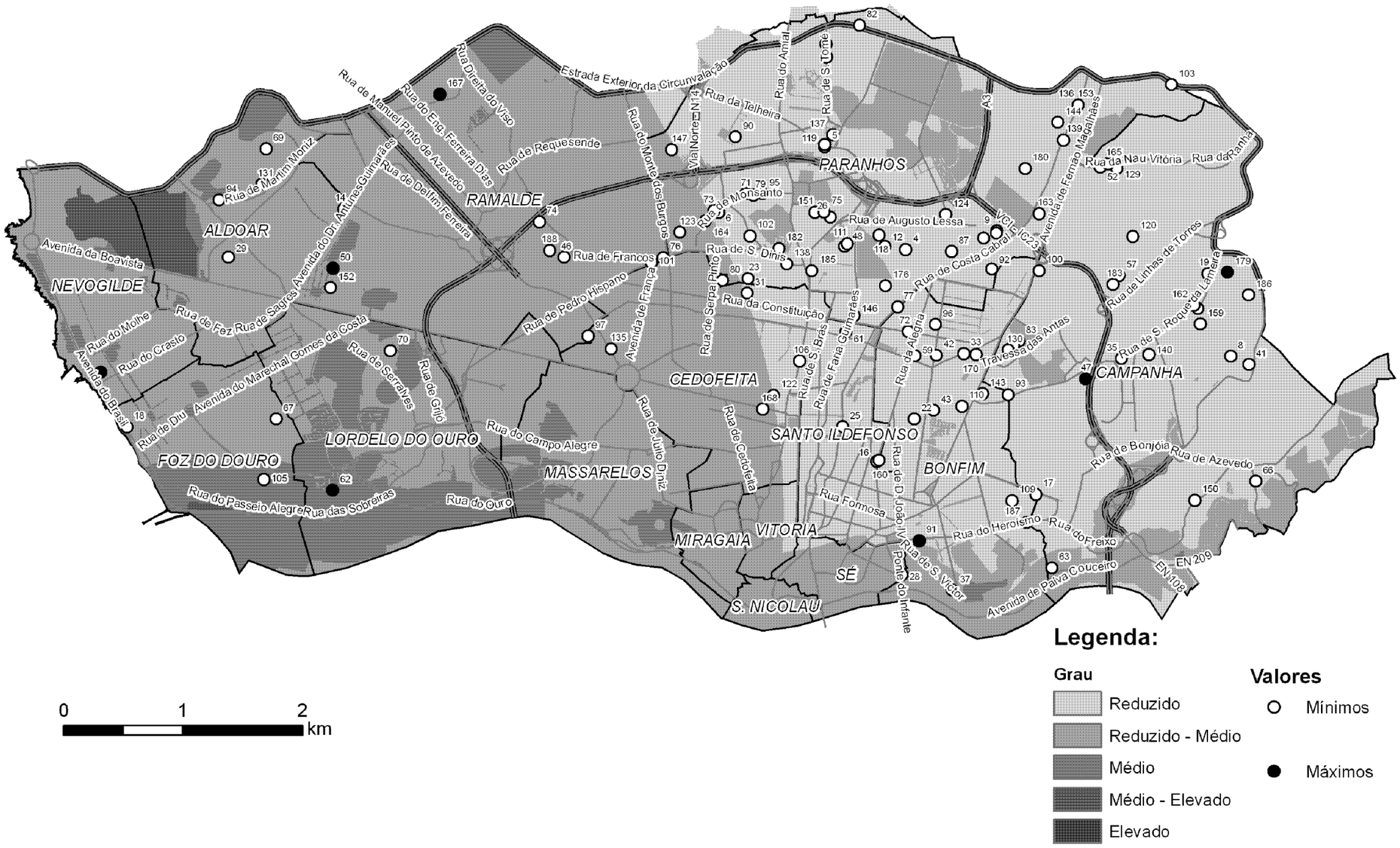
Condições naturais e de edificado, da habitação de doentes de enfarte do miocárdio,
favoráveis aos ventos predominantes (NW), no Verão



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice U – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes (NW), no Verão, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Condições naturais e de edificado, potenciadoras de humidade, da habitação de doentes de enfarte do miocárdio, no Verão

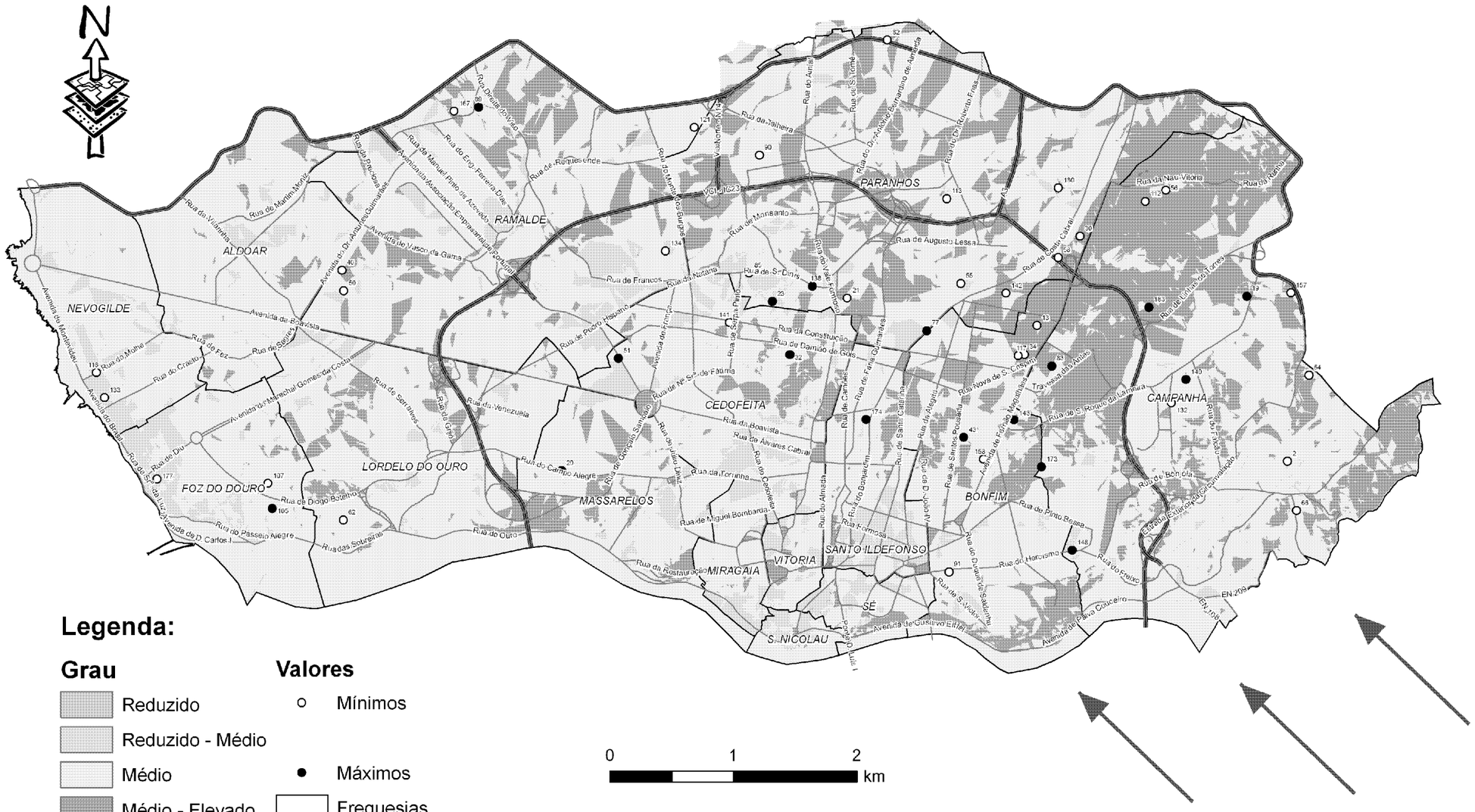

N
PARANHOS
RAMALDE
ALDOAR
NEVOGILDE
CEDOFEITA
CAMPANHA
LORDELO DO OURO
FOZ DO DOURO
MASSARELOS
SANTO ILDEFONSO
BONFIM
MIRAGAIA
VITORIA
SÉ
S. NICOLAU
Rua de Francos
Rua de Augusto Lessa
Rua da Constituição
Rua de Pedro Hispano
Rua de Serralves
Rua do Campo Alegre
Rua do Ouro
Rua de Julio Diniz
Rua de Cedofeita
Rua Formosa
Rua do Heroísmo
Rua do Freixo
Avenida de Paiva Couceiro
Rua de Bonjóia
Rua de Azevedo
Rua da Nau Vitória
Rua da Ranha
Rua de Linhas de Torres
Rua de S. Roque da Lameira
Travessa das Antas
Rua de Costa Cabral
Rua de Serpa Pinto
Rua de S. Dinis
Rua de Monsanto
Rua do Monte dos Burgos
Rua de Requesende
Rua do Eng. Ferreira Dias
Rua de Manuel Pinto de Azevedo
Rua Direita do Viso
Rua de Delfim Ferreira
Avenida dos Combatentes da Grande Guerra
Avenida do Marechal Gomes da Costa
Avenida do Brasil
Avenida da Boavista
Rua do Molhe
Rua do Crasto
Rua de Fez
Rua de Sagres
Rua de Diu
Rua de Martim Moniz
Rua do Passeio Alegre
Rua das Sobreiras
Estrada Exterior da Circunvalação
Rua do Amial
Rua de S. Tomé
Rua da Telheira
Via Norte
A3
IC23
Avenida de Fernão Magalhães
Rua de Entre Quintas
Rua de Ceuta
Rua de Fontainhas
Rua de Sá da Bandeira
Rua de Santa Catarina
Rua de Santo António
Rua de Sá de Miranda
Rua de Mouzinho da Silveira
Rua de Ramalho Ortigão
Rua de Gonçalo Cristóvão
Rua de Passos Manuel
Rua de Fernandes Tomás
Rua de Mouzinho de Albuquerque
Rua de Júlio Dinis
Rua de Costa Cabral
Rua de Entre Campos
Rua de Miguel Bombarda
Rua de Gonçalo Sampaio
Rua de Alexandre Herculano
Rua de Cedofeita

Condições naturais e de edificado, favoráveis aos ganhos solares,
da habitação de doentes de enfarte do miocárdio, no Inverno

Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998), Olgyay (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice W – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ganhos solares, no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Condições naturais e de edificado, da habitação de doentes de enfarte do miocárdio,
favoráveis aos ventos predominantes (SE), no Inverno



Fonte: Autor, c/ base na Carta Militar 1/25000, folha nº 122, IGEOE (1998) e na Carta de Subsecções Estatísticas, INE (2006)

Apêndice X – Carta das condições naturais e de edificado favoráveis aos ventos predominantes (SE), no Inverno, da habitação de doentes de enfarte de miocárdio

Condições naturais e de edificado, potenciadoras de humidade, da habitação de doentes de enfarte do miocárdio, no Inverno

N
NEVOGILDE
ALDOAR
RAMALDE
PARANHOS
FOZ DO DOURO
LORDELO DO OURO
MASSARELOS
CEDOFEITA
BONFIM
CAMPANHA
SANTO ILDEFONSO
VITORIA
MIRAGAIA
SE
S. NICOLAU
Rua de Pedro Hispano
Rua de Francos
Rua da Natália
Rua de Requesende
Rua de Martim Moniz
Rua de Monte dos Burgos
Rua de Manuel Pinto de Azevedo
Avenida da Boavista
Rua de Diogo Botelho
Rua das Sabreiras
Rua do Ouro
Rua da Torrinha
Rua de Miguel Bombarda
Rua de Fernandes Tomás
Rua de Augusto Lessa
Rua de Costa Cabral
Rua de Antero de Quental
Rua de Pinto Bessa
Rua de Azevedo
Rua do Heroísmo
Rua de Fabio
Rua de Entre Quintas
Rua de Linhas de Torres
Rua da Nau Vitória
Rua da Rainha
Rua de S. Roque da Lameira
Rua de Bonjóia
Rua de Fernão Magalhães
Travessa das Antas
Rua de Ceuta
Rua de Sá da Bandeira
Rua de Santa Catarina
Rua de Cedofeita
Rua de Camões
Rua de Alexandre Herculano
Rua de Ferreira Borges
Rua de Mouzinho da Silveira
Rua de Sá de Miranda
Rua de Gonçalo Sampaio
Rua de Alvares Cabral
Rua de Bonjardim
Rua de Santos Pousada
Rua do Almada
Rua de Sá da Bandeira
Rua de Ceuta
Rua de Fernão Magalhães
Rua de Santa Catarina
Rua de Alexandre Herculano
Rua de Gonçalo Sampaio
Rua de Alvares Cabral
Rua de Bonjardim
Rua de Santos Pousada
Rua do Almada
Rua de Mouzinho da Silveira
Rua de Sá de Miranda
Rua de Ferreira Borges
Rua de Camões
Rua de Cedofeita
Rua de Entre Quintas
Rua de Fabio
Rua de Linhas de Torres
Rua da Nau Vitória
Rua da Rainha
Rua de S. Roque da Lameira
Rua de Bonjóia
Rua de Fernão Magalhães
Travessa das Antas
Rua de Ceuta
Rua de Sá da Bandeira

Anexos

Anexo A – Radiação total em dias sem nebulosidade (Lat.40º N - Kcal/m2)

Anexo B – Escala de ventos segundo BEAUFORT

Anexo C – Recomendações bioclimáticas, propostas por Mahoney, para a cidade do Porto

Anexo D – Programas de reabilitação urbana propostos pelo Instituto Nacional de Habitação

Anexo E – Recomendações de projecto segundo Givoni

Anexo F – Recomendações de projecto segundo Mahoney

Anexo G – Grupos de sintomas de rigor climático

Anexo H – Relação entre frequência de indicadores climáticos e recomendações para projecto, segundo Mahoney

0º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
21-Jun	99,5	99,5	99,5	99,5	99,5

10º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	32,5	30,2	24,1	18,8	16,1
21-Jun	98,6	100	98,8	98,0	96,3

20º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	39,8	33,2	23,0	13,4	8,1
21-Jun	97,6	97,9	94,6	92,7	91,5

30º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	45,9	38,9	22,0	8,2	4,4
21-Jun	91,9	92,9	90,5	85,5	82,9

45º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	52,9	42,8	21,9	5,8	4,2
21-Jun	80,1	83,3	81,3	71,3	69,3

60º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	56,7	43,5	19,6	5,2	4,1
21-Jun	64,4	71,2	72,1	57,6	49,0

75º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	56,0	42,5	16,1	4,7	3,9
21-Jun	44,9	55,7	59,8	45,2	28,9

90º	S	SE/ SO	E/O	NE/NO	N
21-Dez	52,4	39,4	13,3	4,4	3,8
21-Jun	26,1	41,0	47,8	36,1	19,7

Anexo A – Radiação total em dias sem nebulosidade (Lat.40º N - Kcal/m2)

Escala de ventos de Beaufort

Nº de escala	Nome do Vento	Km/h	Características observadas
0	Calma	< 1,6	El humo sobe verticalmente
1	Ventolina	1,6 a 4,8	El humo se inclina; o vento não move a veleta
2	Flojito	6,4 a 11,3	O vento sente-se no rosto; as folhas sussuram; a veleta move-se
3	Flojo	12,9 a 19,3	Folhas e ramos em movimento constante; vento extende as banderas ligeras
4	Bonancible	20,9 a 29,0	O vento move ramos pequenos, levanta polvo e papéis soltos
5	Fresquito	30,6 a 38,6	Los arbolitos c/folhas começam a cimbrear-se; formam-se olitas com cresta em charcas;
6	Fresco	40,2 a 49,9	O vento move ramos grandes; Faz silbar os hilos telegráficos;
7	Frescachón	51,5 a 61,1	O vento move os troncos das árvores grossas; é difícil andar contra o vento;
8	Duro	62,8 a 74,0	Rompem-se os ramos finos; é impossível andar contra o vento;
9	Muy Duro	75,6 a 86,9	Danos em edifícios; caem telhas e chaminés;
10	Temporal	88,5 a 101,4	As árvores são arrancadas de cuajo; consideráveis danos nos edifícios;
11	Borrasca	103,0 a 120,7	Danos graves e muito generalizados.
12	Huracán	> 120,7	

Fonte: Adaptado de STRAHLER (1979, p.172)

Anexo B – Escala de ventos segundo BEAUFORT

Recomendações		
Traçado		
R1	6	Edifícios orientados no eixo leste-oeste para reduzir a exposição solar
R2	0	Planeamento de pequenos pátios que permita a construção de edifícios em seu redor
Espaçamento		
R3	0	Espaços abertos para a penetração de brisas
R4	0	Idem R3, porém, com protecção contra o vento frio/quente
R5	0	Planeamento de um agrupamento compacto de edifícios
Movimento do ar		
R6	0	Salas dispostas em fileira única. Provisão permanente de movimento do ar
R7	6	Salas dispostas em fileira dupla com provisão temporária de movimento do ar
R8	0	O movimento do ar não é necessário
Aberturas		
R9	0	Aberturas largas, 40-80% nas paredes voltadas a N e S
R10	0	Aberturas muito pequenas, 10-20%
R11	*	Aberturas médias, 20-40%
Paredes		
R12	0	Muros externos leves; pequena capacidade calorífica
R13	0	Paredes externas e internas pesadas; grande capacidade calorífica
Coberturas		
R14	0	Cobertura leve bem isolada
R15	0	Cobertura pesada; retardo superior a 8 vezes
Espaço para dormir ao ar livre		
R16	0	Espaço necessário para se dormir ao ar livre
Protecção contra chuva		
R17	0	Protecção contra as chuvas pesadas

Esta recomendação aplica-se às condições que não se enquadrem com a R9 e R10

Anexo C – Recomendações bioclimáticas, propostas por Mahoney, para a cidade do Porto

Programa	Definição e Objectivos	Condições de acesso	Condições de financiamento
RECRIA	Regime Especial de Comparticipação de Imóveis Arrendados que visa financiar a execução das obras de conservação e beneficiação que permitam a recuperação de fogos e imóveis em estado de degradação, mediante a concessão de incentivos pelo Estado e pelos Municípios.	Os senhorios e proprietários de fogos cuja renda tenha sido objecto de correcção extraordinária, assim como os inquilinos e os municípios, que se substituam aos senhorios, na realização das obras em fogos com rendas susceptíveis daquela correcção.	O decreto -lei nº329-c/2000 de 22 de Novembro veio permitir aos senhorios ou priprietários a possibilidade de recorrerem a um financiamento para fazer face aos encargos das obras não comparticipadas pelo RECRIA, nas condições de Regime de crédito para aquisição de habitação própria através do INH ou de outra instituição de crédito autorizada para o efeito. O valor das comparticipações deverá ser reembolsado às entidades concedentes quando o respectivo fogo seja alienado ou exista alteração do uso a que se destina nos oito anos subsequentes à aprovação do pedido de incentivo, ou se ficar devoluto por mais de 6 meses durante o período dos oito anos após a conclusão das obras. Quando as obras forem executadas pelas câmaras municipais em substituição dos senhorios ou priprietários o prédio ou as suas fracções autónomas só poderão ser alienados após integral reembolso à Câmara Municipal das despesas efectuadas acrescidas de 10% para encargos sociais gerais de administração, ficando este ónus de inalienabilidade sujeito a registo predial onde conste o montante total das quantias em dívida ao município pelo senhorio ou proprietários.
REHABITA	O Regime de Apoio à Recuperação Habitacional em Áreas Urbanas Antigas (REHABITA), instituido pelo dec.lei nº q05/96, de 31 de Julho, consiste numa extensão do Programa RECRIA e visa apoisi financeiramente as Câmaras Muncipais do programa RECRIA e visa apoiar financeiramente as câmaras municipais na recuperação de zonas urbanas antigas.	Tem por objectivo apoiar a execução de obras de conservação, de beneficiação ou de reconstrução de edifícios habitacionais e as acções de realojamento provisório definitivo ou daí decorrentes, no âmbito de operações municipais de reabilitação dos núcleos urbanos históricos que sejam declarados como áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, nos termos do art. 41º do decreto-lei nº 794/76 de 5 de Novembro e que possuam planos de pormenor ou regulamentos urbanísticos aprovados aos centros urbanos reconhecidos nos termos dos nº2 e 3 do art.I do decreto-lei nº 426/89, de 6 de Dezembro, relativo às medidas cautelares contra o Risco de Incêndio.	Às obras integradas no Rehabita, comparticipadas pelo RECRIA, acresce uma comparticipação a fundo perdido de 10%, suportada pelo INH e pelos municípios envolvidos, nos mesmos moldes do Recria. Tal como no Recria, quando a câmara municipal se substituir aos senhorios ou proprietários na realização das obras poderá recorrer a empréstimos bonificados ao abrigo do decreto-lei nº 110/85 de 17 de Abril, para financiar o valor das obras não comparticipadas. Nas áreas urbanas declaradas como áreas críticas de recuperação e reconversão urbanística, o município tem direito de preferência na alienação desses imóveis, nos termos dos artigos 27º e 28º do decreto-lei nº 794/76 de 5 de Novembro.
RECRIPH	O Regime Especial de Comparticipação e Financiamento na Recuperação de prédios urbanos em Regime de Propriedade Horizontal visa apoiar financeiramente a execução de obras de conservação e de beneficiação que permitam a recuperação de imóveis antigos, constituídos em regime de propriedade horizontal.	Só têm acesso a este regime as administrações de condomínio e os condóminos de edifícios que: i) tenham sido construídos até à data de entrada em vigor do REGEU, aprovado pelo decreto-lei de 7/7/51, ou após essa data, os que tenham licença de utilização emitida até 1 de Janeiro de 1970. ii) sejam compostos pelo meos por 4 fracções autónomas, podendo uma delas ser afecta ao exercício de uma actividade de comércio ou pequena indústria hoteleira.	As comparticipações a fundo perdido, destinam-se à realização de obras de conservação ordinária e extraordinária nas partes comuns dos prédios, cujo valor máximo não poderá ser superior a 20% do montante total das obras, sendo 60% suportado pelo INH e 40% pelo município. Poderá ainda ser concedido pelo INH, ou outra instituição de crédito autorizada para o efeito, um financiamento bonficado aos condóminos, cujo limite máximo poderá ir até ao valor das obras não comparticipado, nos termos estabelecidos para o crédito bonificado, com prazo de reembolso máximo de 10 anos.
SOLARH	O programa de apoio financeiro especial, desigando por SOLARH, destina-se a financiar sob a forma de empréstimo, sem juro, a conceder pelo Instituto Nacional de Habitação, a realização de obras de conservação ordinária e extraordinária e de beneficiação dos seguintes casos: i) Em habitação própria permanente de indivíduos ou agregados familiares que preencham as condições previstas no decreto-lei nº 39/2001 de 9 de Fevereiro; ii) Em habitações devolutas de que sejam proprietários os municípios, as instituições particulares de solidariedade social, as pessoas colectivas de utilidade pública administratuiva que prosseguem fins assistenciais, e as cooperativas de habitação e construção; iii) Em habitações devolutas que sejam proprietárias pessoas singulares.	Para a realização de obras de conservação e beneficiação em habitação própria permanente é possível aceder a este programa com uma condição prévia: limites de rendimento. Podem candidatar-se a pessoa ou o agregado familiar cujo rendimento anual bruto seja igual ou inferior aos seguintes elementos: i) Duas vezes e meia o valor anual da pensão social por cada indivíduo maior até ao segundo; ii) Duas vezes o valor anual de pensão social por cada indivíduo maior a partir do terceiro; iii) Uma vez o valor anual da pensão social por cada indivíduo menor.	Os empréstimos a conceder pelo INH estão sujeitos às seguintes condições: i) O montante máximo é o correspondente ao custo máximo das obras que não pode exceder os 11971,15 euros; Ii) O capital não é remunerado e é libertado de acordo com os actos de medição a efectuar pela Câmara Municipal ou pelo INH, sem prejuízo de, com o contrato de empréstimo poder ser concedido uma valor título de adiantamento até 30% do custo das obras; iii) As prestações de reembolso do empréstimo são mensais, iguais e sucessivas, tomando-se como prestação de referência o seguinte: Pmr = Ve/ (Pr *12), em que: Pmr é a prestação mensal de referência, Ve é o valor do empréstimo e Pr o prazo de referência de reembolso que corresponde a oito anos. Os empréstimos a conceder às pessoas ou agregados familiares proprietários de habitação própria permanente estão ainda sujeitos a condições específicas.

Fonte: www.inh.pt

Anexo D – Programas de Reabilitação Urbana propostos pelo Instituto Nacional de Habitação

Zona de Conforto (1) – quando o contexto climático se encontra definido no interior deste polígono, do gráfico de Givoni, cujos valores de humidade relativa variam entre 20 a 80% e os de temperatura entre 18 a 29º C, a probabilidade das pessoas sentirem uma sensação de conforto térmico aumenta.

Ventilação (2) – a ventilação corresponde a uma estratégia de arrefecimento natural das edificações, através da renovação do ar interior (mais quente) pelo ar exterior (mais frio). Neste caso, as soluções bioclimáticas passam pela criação de ventilação cruzada através de pormenores arquitectónicos, nomeadamente, pela colocação de aberturas em paredes de orientação oposta e/ou de diferente orientação ou pela inclusão de aberturas na cobertura.

Arrefecimento Evaporativo (3) – o arrefecimento evaporativo consiste numa estratégia de elevar os níveis de humidade relativa e de reduzir a temperatura do ar, podendo ser obtido através de fontes directas (vegetação, fontes de água) e de fontes indirectas (tanques de água sombreados construídos na laje de cobertura).

Inércia Térmica para Arrefecimento (4) – A inclusão de materiais de elevada inércia térmica na construção constitui uma das formas de controlar os picos térmicos registados no exterior, evitando que sejam sentidos no interior. Deste modo, em climas onde a temperatura atinge valores muito elevados durante o dia e bastante diminutos durante a noite, a capacidade térmica dos materiais de construção é tida como a solução de atenuação da amplitude térmica ocorrida em 24 horas.

Arrefecimento Artificial (5) – o recurso a um tipo de arrefecimento baseado em equipamentos de ar condicionado somente deve ser utilizado quando as estratégias de ventilação e de arrefecimento evaporativo se revelam insuficientes para que as pessoas consigam alcançar níveis de conforto térmico.

Umidificação (6) – este processo reside na possibilidade de aumentar os valores da humidade relativa quando eles são inferiores a 20% acompanhados por temperaturas inferiores a 27º C, através da colocação de recipientes com água ou da criação de aberturas na construção que permitam que chegue ao edifício o vapor de água existente resultante da evaporação de fontes de água localizadas na sua proximidade.

Inércia Térmica e Aquecimento Solar (7) – estas estratégias combinadas resultam de ambientes climáticos que se situam entre temperaturas compreendidas entre os 14 a 20º C. Para que possam realizar-se é necessário a incorporação de elementos de construção de massa térmica elevada associados a formas de aquecimento passivo e isolamento térmico, no sentido de se evitarem perdas de calor.

Aquecimento Solar Passivo (8) – este tipo de aquecimento é necessário para ambientes em que a temperatura do ar é baixa. Assim sendo, é recomendável que uma edificação seja orientada para o sol através de superfícies envidraçadas, assim como apresente aberturas reduzidas nas orientações de menor recepção de radiação solar incidente. Outro tipo de técnicas relacionadas com as opções da cor da fachada e dos telhados dos edifícios podem ser consideradas de modo a maximizar os ganhos de calor.
Aquecimento Artificial (9) – esta constitui um tipo de resposta adequada aos tipos de ambiente térmico extremamente frios, cujas técnicas de aquecimento solar não conseguem, por mais rentabilizadas que possam ser, satisfazer as necessidades de calor. Ainda assim, recomenda-se que o proveito a recurso a sistemas de aquecimento através de equipamentos possa ser reforçado através de isolamentos nas paredes e nas coberturas de modo a evitarem-se perdas de calor.

Anexo E – Recomendações de projecto segundo Givoni

a) Distribuição (Layout)

R1) Os edifícios devem ser orientados segundo um eixo leste-oeste com a parte mais elevada da edificação direccionada para o norte e o sul a fim de reduzir a exposição ao sol, se houver necessidade de armazenamento térmico (A1) por mais de dez meses ou por onze ou doze meses, incluindo mais de quatro meses de Inverno (A3). A edificação pode ser desviada levemente do eixo leste-oeste com o objectivo de se captar o vento predominante (veja-se a recomendação R6 e a direcção dos ventos para meses com elevada humidade no quadro II) ou para permitir um aquecimento solar limitado durante o Inverno (A3).

R2) Os edifícios devem ser planeados em redor de pequenos pátios, caso o armazenamento térmico (A1) seja requisitado por onze ou doze meses e o Inverno durar menos de cinco meses (A3).

b) Espaçamento

R3) O espaçamento entre as edificações deve ser tal que permita a penetração da brisa, se a movimentação do ar é essencial (H1) por onze ou doze meses. De forma grosseira pode-se dizer que o espaçamento entre longas filas paralelas de edifícios deve ser de cinco vezes a altura dos prédios ou mais.

R4) Se o movimento do ar é necessário (H1) entre dois ou dez meses do ano, o espaçamento para a penetração do vento ainda é necessário, mas tanto o edifício como a vegetação, devem ser planeados a fim de dar protecção contra o calor seco (empoeirado) e os ventos frios (veja quadro III para condições e quadro II para a direcção dos ventos).

R5) Um planeamento compacto é essencial se o movimento do ar (H1) é necessário por nada menos que dois meses.

c) Movimento do ar

R6) As salas devem estar em fileira única com janelas na fachada norte e sul, se o movimento do ar é essencial (H1) por mais de dois meses. A disposição em fileira única é desejável se o movimento do ar é necessário por um ou dois meses e o armazenamento térmico (A1) por um período de zero a cinco meses.

R7) As salas devem encontrar-se em fileira dupla se o movimento do ar é necessário (H1) por mais de um ou dois meses. Se há meses nos quais o movimento do ar não é essencial e sim desejável (H2), o projecto deve permitir ventilação cruzada temporária (por exemplo, podem ser duplamente enfileiradas com largas portas fazendo a interconexão entre os ambientes). Se o vento dominante não é confiável ou se as limitações do terreno restringem o projecto de movimentação do ar, devem ser instalados ventiladores de tectos. Isto deve ser definido no estágio de croquis do desenho, porque a instalação desses ventiladores implica num pé direito mínimo de 2,75 m, não menos que isso.

R8) As salas devem ser postas em fileira dupla se o movimento do ar (H1) nunca for requisitado para obter conforto ou seja requerido para manter (H2) por um mês ou menos.

d) Aberturas nas paredes

R9) As aberturas devem ser largas (entre 40 e 80% das paredes voltadas para o norte e sul) se o armazenamento térmico (A1) for requerido por menos de dois meses e não haja estação fria (A3). Aberturas largas não precisam ser totalmente verificadas, mas devem ser protegidas do sol, da luza e da chuva, preferencialmente por beirais.

R10) Pequenas aberturas (menos de 25%) devem ser usadas em caso de necessidade de armazenamento térmico (A1) por onze ou doze meses e em situações em que o Inverno (A3) possua uma duração inferior a dois meses.

R11) Em qualquer outra condição, devem ser usadas aberturas de tamanho médio (de 25% a 40% da área das paredes ao norte e ao sul). As aberturas nas paredes voltadas a leste são desejáveis somente em situações de Inverno (A3) longo. Aberturas na parede a oeste são desejáveis em clima frio e temperado, mas devem ser evitadas nos trópicos.

e) Paredes

R12) As paredes externas devem ser leves com uma pequena capacidade térmica quando se regista necessidade de armazenamento térmico (A1) por um período máximo de três meses. As paredes internas devem ser pesadas se a variação térmica anual for alta (superior a 20º C).

R13) As paredes externas e internas devem ser pesadas, com alta capacidade térmica, caso o armazenamento térmico (A1) seja necessário durante um intervalo de tempo de três a doze meses.

f) Coberturas

R14) Em situações em que o armazenamento térmico (A1) seja necessário por um período inferior a seis meses deve usar-se uma cobertura leve, porém, bem isolada.

R15) Em situações em que o armazenamento térmico (A1) seja necessário por um intervalo de tempo de seis a doze meses deve utilizar-se uma cobertura pesada.

Nota: Elementos zenitais horizontais ou outras aberturas protegidas por vidros nunca devem ser usados na cobertura em zonas tropicais.

g) Espaço para dormir ao ar livre

R16) O espaço para dormir ao ar livre deverá ser providenciado caso o indicador A2 se aplique durante um período superior a um mês por ano. Espaços para dormir na cobertura ou nas sacadas ou ainda nos pátios devem ser orientados para a parte mais fria do céu nocturno (o zénite) para permitir a perda de calor por irradiação para o exterior.

h) Protecção contra a chuva

R17) As medidas especiais de protecção são necessárias quando a chuva é frequente e pesada (H3), o que pode passar pela implementação de varandas largas e/ou beirais largos e passarelas cobertas.

Anexo F – Recomendações de projecto de Mahoney

Indicador	Definição	Regras
H1	Movimentação do ar essencial	Se RTdia= Quente e HRM>70%, então H1=1 ou se Rtdia=Quente, HRM< ou = 70% e AT< 10º C, *então H1=1*
H2	Movimento de ar desejável	Se RTdia= Confortável e HRM > 70%, *então H2=1*
H3	Protecção contra a chuva	Se P> 200 mm, *então H3=1*
A1	Armazenamento térmico necessário	Se HRM < ou = 70% e AT> ou = 10º C, *então A1=1*
A2	Local para dormir ao ar livre	Se RTnoite=Quente e HRM > ou = 70%, *então A2=1* ou Se Rtdia= Quente, Rtnoite=Confortável, HRM < ou= 70% e AT > ou = 10º C, *então A2=1*
A3	Protecção contra o frio	Se RTdia= frio, *então A3=1*

Fonte: Adaptada de Sena (2004), baseada nas Nações Unidas (1971)

Anexo G – Grupos de sintomas de rigor climático

Recomendações para projecto

FH1	FH2	FH3	FA1	FA2	FA3	Recomendações
TRAÇADO						
			0-10		5-12	R1
			11-12		0-4	R2
ESPAÇAMENTO						
11-12						R3
2-10						R4
0-1						R5
MOVIMENTO DO AR						
3-12						R6
1-2	2-12					R7
0	0-1					R8
ABERTURAS						
			0-1		0	R9
			11-12		0-1	R10
Quaisquer outras condições						R11
PAREDES						
			0-2			R12
			3-12			R13
COBERTURAS						
			0-5			R14
			6-12			R15
DORMIR AO AR LIVRE						
				2-12		R16
PROTECÇÃO DA CHUVA						
		3-12				R17

Fonte: Adaptado de Harris, 1999

Anexo H – Relação entre frequência de indicadores climáticos e recomendações para projecto, segundo Mahoney