

HUGO MIGUEL MELO

## O CLIMA DE MANGUALDE

Contrastes Topoclimáticos , Efeitos Bioclimáticos e Aplicação ao Ordenamento Urbano



Universidade de Coimbra  
Faculdade de Letras  
Departamento de Geografia  
Coimbra , 2011



**HUGO MIGUEL MELO**

# **O CLIMA DE MANGUALDE**

Contrastes Topoclimáticos , Efeitos Bioclimáticos e Aplicação ao Ordenamento Urbano

Trabalho apresentado à Faculdade de  
Letras da Universidade de Coimbra para a  
obtenção do grau de Mestre em Geografia  
Física

Orientador: Professor Doutor Nuno Ganho

**Universidade de Coimbra  
Faculdade de Letras  
Departamento de Geografia  
Coimbra , 2011**

“A civilização consiste em dar a qualquer coisa um nome que lhe não compete, e depois sonhar sobre o resultado. E realmente o nome falso e o sonho verdadeiro criam uma nova realidade. O objecto torna-se realmente outro, porque o tornamos outro. Manufacturamos realidades”.

**“Livro do Desassossego”** Fernando Pessoa

**Índice Geral**

<b>Índice Geral</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	10
<b>Resumo</b> .....	11
<b>Preâmbulo</b> .....	12
<b>CAPÍTULO I – Enquadramento Teórico e Geográfico</b> .....	15
<b>1. Introdução</b> .....	15
1.1. Enquadramento Teórico .....	15
1.2. Impactes Climáticos .....	18
1.2.1. Impacte Térmico .....	18
1.2.2. Ilha de Calor.....	19
1.2.3. Impacte Higrométrico .....	20
1.2.4. Impacte na Circulação do Ar .....	20
1.2.5. Impactes Bioclimáticos .....	21
1.2.6. A Topografia no Clima Urbano .....	22
1.2.7. Impactes dos Espaços Verdes .....	23
<b>2. Plano de Trabalho e Objectivos Gerais</b> .....	24
<b>2.1. Área de Estudo</b> .....	26
2.2. Cidade de Mangualde .....	29
<b>CAPÍTULO II – Percepção Climática</b> .....	32
<b>1. Inquérito</b> .....	32
<b>2. Análise da amostra</b> .....	32
<b>3. Nota conclusiva</b> .....	35
<b>CAPÍTULO III – O Clima Regional</b> .....	39
<b>1. Características Climáticas Regionais</b> .....	39
1.1. Nota Introdutória .....	39
1.2. Análise Descritiva .....	40
<b>1.2.1. Temperatura Média</b> .....	40

<b>1.3. Temperatura Máxima e Mínima</b> .....	40
1.3.1. Época Invernal .....	40
1.3.1.1. Perspectiva Mensal Invernal .....	41
1.3.1.2. Perspectiva Temporal Invernal .....	41
1.3.2. Época Estival .....	43
1.3.2.1. Perspectiva Mensal Estival .....	43
1.3.2.2. Perspectiva Temporal Estival .....	44
<b>1.4. Ondas de Frio, Ondas de Calor e Noites Tropicais</b> .....	46
1.4.1. Considerações Preliminares .....	46
<b>1.4.2 . Ondas de Frio</b> .....	46
1.4.2.1. Perspectiva Temporal .....	47
1.4.2.2. Perspectiva Mensal .....	47
1.4.2.3. Considerações sobre Ondas de Frio .....	48
<b>1.4.3. Ondas de Calor</b> .....	49
1.4.3.1. Perspectiva Temporal .....	49
1.4.3.2. Perspectiva Mensal .....	50
1.4.3.3. Considerações sobre Ondas de Calor .....	51
<b>1.4.4. Noites Tropicais</b> .....	52
1.4.4.1. Perspectiva Temporal .....	52
1.4.4.2. Perspectiva Mensal .....	53
<b>2.1. Humidade Relativa</b> .....	54
2.1.1. Considerações Preliminares .....	54
2.1.2. Perspectiva Mensal Invernal .....	54
2.1.3. Perspectiva Temporal Invernal .....	55
2.2.1. Perspectiva Mensal Estival .....	56
2.2.2. Perspectiva Temporal Estival .....	56
<b>3.1. Precipitação</b> .....	57
3.1.1. Considerações Preliminares .....	57
3.2.1. Época Invernal .....	58

3.2.2. Época Estival .....	59
<b>4.1. Velocidade e Rumo do Vento .....</b>	<b>61</b>
4.1.1. Considerações Preliminares .....	61
4.2.1. Trimestre Invernal .....	61
4.2.1.1. Mês de Dezembro .....	62
4.2.1.2. Mês de Janeiro .....	62
4.2.1.3. Mês de Fevereiro .....	62
4.2.2. Trimestre Invernal com e sem ocorrência de Precipitação.....	63
4.3.1. Trimestre Estival .....	65
4.3.1.1. Mês de Junho .....	65
4.3.1.2. Mês de Julho .....	65
4.3.1.3. Mês de Agosto .....	66
4.3.2. Trimestre Estival com e sem ocorrência de Precipitação .....	67
4.4. Análise da Correlação .....	68
4.4.1. Considerações Preliminares .....	68
4.4.2. Época Invernal .....	68
4.4.3. Época Estival .....	70
<b>CAPÍTULO IV – Contrastes Topoclimáticos.....</b>	<b>71</b>
<b>1.1. Considerações Preliminares .....</b>	<b>71</b>
<b>1.2. Metodologia .....</b>	<b>71</b>
1.3. Pontos de Observação .....	73
1.3.1. Características dos Pontos de Observação .....	74
1.4. Percursos Itinerantes .....	75
1.5. Observações Itinerantes .....	76
<b>2. Época Invernal .....</b>	<b>77</b>
2.1. Descrições dos Dias Sinóticos .....	77
2.2. Contrastes Termohigrométricos Espaciais com Condições Sinóticas Diferentes .....	78
2.3. Contrastes Invernais Nocturnos .....	79

2.4. Padrões Térmicos .....	82
2.5. Padrões Higrométricos .....	85
2.6. Padrões do Vento.....	87
<b>2.7. Perfis Térmicos, Higrométricos e do Vento .....</b>	<b>88</b>
<b>2.7.1. Perfil 1 .....</b>	<b>89</b>
2.7.1.1. Temperatura .....	89
2.7.1.2. Humidade Relativa .....	90
2.7.1.3. Vento .....	90
<b>2.7.2. Perfil 2 .....</b>	<b>91</b>
2.7.2.1. Temperatura .....	91
2.7.2.2. Humidade Relativa .....	91
2.7.2.3. Vento .....	91
<b>2.7.3. Perfil 3 .....</b>	<b>92</b>
2.7.3.1. Temperatura .....	92
2.7.3.2. Humidade Relativa .....	93
2.7.3.3. Vento .....	93
<b>3. Análise dos Resultados Obtidos .....</b>	<b>94</b>
3.1. Temperatura .....	94
3.2. Humidade Relativa .....	96
3.3. Vento .....	98
<b>4. Época Estival .....</b>	<b>99</b>
4.1. Descrição dos Dias Sinópticos .....	99
4.2. Contrastes Estivais Nocturnos .....	101
4.3. Padrões Térmicos Estivais .....	103
4.4. Padrões Higrométricos Estivais .....	106
<b>4.5. Perfis Termohigrométricos Estivais .....</b>	<b>109</b>
<b>4.5.1. Perfil 1 .....</b>	<b>109</b>
4.5.1.1. Temperatura .....	109



4.5.1.2. Humidade Relativa .....	110
<b>4.5.2. Perfil 2 .....</b>	<b>111</b>
4.5.2.1. Temperatura .....	111
4.5.2.2. Humidade Relativa .....	111
<b>4.5.3. Perfil 3 .....</b>	<b>112</b>
4.5.3.1. Temperatura .....	112
4.5.3.2. Humidade Relativa .....	113
<b>5. Análise dos Resultados Obtidos Estivais .....</b>	<b>114</b>
5.1. Temperatura .....	114
5.2. Humidade Relativa .....	116
<b>6. Análise dos Clusters .....</b>	<b>118</b>
<b>7. Análise dos Climatopos .....</b>	<b>119</b>
<b>CAPÍTULO V – Aspectos Bioclimáticos .....</b>	<b>122</b>
<b>1. Efeitos Bioclimáticos .....</b>	<b>122</b>
<b>2. Época Invernal .....</b>	<b>122</b>
2.1. Resultados Obtidos (Regressão Linear Simples) .....	123
2.2. Efeitos Bioclimáticos Espaciais .....	124
<b>3. Época Estival .....</b>	<b>126</b>
3.1. Resultados Obtidos (Regressão Linear Simples) .....	126
3.2. Efeitos Bioclimáticos Estivais .....	127
<b>Capítulo VI - Conclusão e Aplicação ao Ordenamento Urbano .....</b>	<b>128</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>131</b>
1 – Documentação Estatística e Cartografica .....	131
2 – Livros e Artigos .....	131
3 – Consulta on-line .....	134
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>135</b>
<b>Índice de Tabelas .....</b>	<b>140</b>

## ABSTRACT

### For Future Urban Planning in Mangualde

The climate takes its essential character in the urban environment. It's not always considered as an element in growing in its importance.

The realization of this dissertation is focused in climate perceptions of individuals, the framework on Regional Climate, the thermohygrometer contrasts, the wind and the Human Bioclimatic of specific days in the city of Mangualde, where the spatial distribution was imperative.

These priorities have emerged in the interpretation of the necessary modification to the city and its advancement in the future. An effective urban planning for the city of Mangualde must go through the understanding of climate. Seasonal variations in climate offer different ambiances for which it is necessary to intervene and respond. In this way, to know the rules of climate was imperative, but the severity of antagonism climatic extremes and also his study were paramount. The contrasts thermohygrometer and wind, as the basis of this study, are undoubtedly support the understanding of climate on local scale. The urban heat island has its primacy in this work, as well as, freshness, moisture and dryness. The Bioclimatic was understood as essential in their relationship with space, observed for four days chosen for their unique characteristics, where the exacerbation of human exposure demonstrates its vulnerability.

The climate of Mangualde is the major contributor to healthy city planning and to the quality of life, which want better and better.

## Resumo

### Para o Futuro planeamento em Mangualde

O clima assume o seu carácter imprescindível no ambiente urbano. Não sendo sempre considerado, é um elemento em crescendo na sua importância.

A realização desta dissertação privilegiou a percepção climática dos indivíduos, o enquadramento no Clima Regional, os contrastes termohigrométricos, o vento e o bioclima de dias específicos na cidade de Mangualde, onde a distribuição espacial foi imperativa.

Destas prioridades surgiram na necessária interpretação das modificações da cidade e da sua progressão no futuro. Um ordenamento urbano eficaz para a cidade de Mangualde, obrigatoriamente passará pela compreensão do clima. As variações sazonais do clima proporcionam ambiências diferentes para as quais é necessário intervir e dar resposta. Nesse sentido, conhecer as normas climáticas foi imperativo, mas pela severidade do antagonismo climático, também os extremos e o seu estudo foram primordiais. Os contrastes termohigrométricos e do vento, sendo a base deste estudo, são sem dúvida, a sustentação do entendimento do clima à escala local. A ilha de calor urbano tem a sua primazia neste trabalho, bem como a de frescura, humidade e secura. O bioclima foi compreendido como essencial na sua relação com o espaço, observável para quatro dias escolhidos pelas suas características peculiares, onde a exacerbação da exposição humana demonstra toda a sua vulnerabilidade.

O Clima de Mangualde é o contributo fundamental para o ordenamento saudável da cidade e para a qualidade de vida da população, que se quer cada vez melhor.

## Preâmbulo

O presente trabalho teve o seu início no ano de 2010, surge como uma ambição pessoal em estudar o Clima Urbano da cidade de Mangualde. Começou a ganhar forma com a frequência da unidade curricular Clima e Urbanismo, leccionado pelo Professor Doutor Nuno Ganho, no Mestrado em Geografia Física – Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Esta foi uma primeira abordagem à temática do Clima Urbano, sem dúvida um estímulo à compreensão desta temática e à sua importância para a sustentabilidade ecológica das áreas urbanas, nomeadamente, para a população que habita a cidade de Mangualde.

Após concluir o primeiro ano de Mestrado punha-se o problema de escolher uma área de estudo. Assim a climatologia urbana surgiu como uma escolha natural, não só pela sedução que esta temática provoca em quem possui interesse pela climatologia, mas também por ser inédito, não quanto ao conteúdo, mas quanto à área de estudo. Área essa que tive como primeira escolha, muito pela afectividade das minhas vivências, mas fundamentalmente pelo seu conhecimento geográfico intrínseco. A pertinência deste trabalho corresponde a um interesse por situações climáticas extremas e as suas consequências para o ser humano. Contribuir para a incorporação desta realidade, por vezes ignorada, na tomada de decisão e na aplicabilidade de uma política sustentável das cidades, com fortes preocupações ecológicas, é um dos objectivos deste trabalho.

Este trabalho que agora se apresenta, intitula-se “O Clima Urbano de Mangualde, Contrastes Topoclimáticos, Efeitos Bioclimáticos e Aplicação ao Ordenamento Urbano”, tem como base essencial a análise termohigrométrica espacial na cidade de Mangualde, tentando, desta forma, definir os topoclimas e compreender os seus contrastes espaciais.

Ao abrigo deste projecto de investigação, que não envolveu financiamento de qualquer instituição, mas apenas o interesse pela investigação geográfica, foi possível dispor de um termohigrometro sonda, cedido pelo Departamento de Geografia, assim como o recurso a um vasto número de Boletins Meteorológicos existentes no Departamento de Geografia, constituindo uma importante fonte de documentação deste trabalho. A bibliografia que foi consultada sobre a temática da Climatologia

Urbana, serviu de base de sustentação e como termo comparativo, para o que se ia observando sobre os contrastes topoclimáticos da cidade de Mangualde.

Este trabalho surge assim como a reunião de um conjunto de sinergias, da vontade e do querer que, por mais dificuldades que ao longo deste árduo percurso foram surgindo, em momento algum esmoreceram e que serviram como incentivos e provas a superar. Nem os poucos apoios financeiros, nem a falta de recursos humanos, constituíram obstáculo ao desenvolvimento do trabalho, sendo esta uma área complexa e de minúcia no tratamento e na análise dos dados.

Os objectivos inicialmente propostos foram abordados numa perspectiva fundamentada na objectividade, tentando desta forma tornar o trabalho o mais simples possível, tanto no entendimento como nas conclusões. O carácter inédito do estudo do Clima Urbano de Mangualde, que pelas suas características ímpares, muito diferentes das que se foram encontrando na bibliografia sobre outras cidades já estudadas, abre, assim, um caminho importante para a prossecução do estudo do clima local da cidade de Mangualde e para a sua aplicação ao ordenamento urbano e do território.

Sendo este um trabalho de cariz individual, gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todos aqueles que, de forma directa ou indirecta, contribuíram decisivamente para a sua execução, a quem expresso os meus mais sinceros agradecimentos:

Antes de mais e porque nunca poderia esquecer, os esforços e a confiança que sempre depositaram em mim e nas minhas capacidades académicas, e principalmente porque nunca, em caso algum, me questionaram sobre a minha vocação como Geógrafo, compreenderam-na e aceitaram-na. E também porque tomaram as minhas ambições como suas, as suas palavras de incentivo e o porto de abrigo para dificuldades que pontearam este fugaz ano. Mas sobretudo a voz de esperança em superar a adversidade que tão severa às vezes pareceu. Por isto tudo, mas principalmente por serem meus pais, o meu mais profundo bem-haja.

Gostaria de agradecer em especial à Dona Maria de Fátima, minha mãe, pela participação activa neste trabalho que, desde o início se disponibilizou a acompanhar-me nas observações itinerantes, por vezes, essencialmente no Inverno, em que as horas tardias e as baixas temperaturas não a desencorajaram a prestar o necessário auxílio. Obrigado.

Ao Professor Doutor Nuno Ganho, na sua qualidade de orientador científico, pela disponibilidade e paciência com que sempre contei desde o primeiro momento e na elucidação de dúvidas que surgiram ao longo deste caminho. Pela minuciosa correcção da concepção do trabalho agora apresentado, o meu agradecimento.

À Sra. Isabel pelo carinho e disponibilidade entusiástica com que sempre me recebeu, pela facilidade de como tornou possível a consulta dos inúmeros Boletins Meteorológicos e de toda a bibliografia disponível.

A todos os meus colegas e amigos, principalmente a todos os que privaram comigo e que ao longo de esforçados cinco anos se mantêm fieis aos elos de uma amizade construída na adversidade e nas alegrias da vida académica. A troca de experiências e de vivências, umas pessoais, outras geográficas, enriqueceram a minha pessoa. Também não poderei esquecer o contributo para este trabalho, demonstrado na constante preocupação e no apoio que durante estes breves meses se revelou constante e inabalável.

A todos agradeço o empenho e a amizade.

## Capítulo I – Enquadramento Teórico e Geográfico

### 1 - Introdução

A preocupação com as questões climáticas e a procura de adaptação da vida humana ao melhoramento da sua qualidade de vida, sempre foram uma preocupação inerente às civilizações. Já nos tempos do classicismo essa era uma preocupação real. As condições climáticas, regionais e locais, e as dinâmicas que a própria imprime à escala local, preocuparam Marcus Vitruvius. Este era um arquitecto romano que estabeleceu regras para a implementação das áreas urbanas, nessa medida, estabeleceu que o local ideal para a sua construção seria uma colina, exposta à luz solar, sendo fundamental para a saúde dos indivíduos escolherem um local livre de nevoeiros, geadas, zonas pantanosas e áreas baixas demasiado perto de rios ou lagos. As ruas teriam uma direcção intermédia em relação à orientação predominante do vento, sendo estas oblíquas ou paralelas à deslocação predominante do vento. Esta é uma herança que perdura até hoje. O planeamento das cidades como um sistema complexo e aberto a fluxos de energia e massa, é algo que exerceu e exercerá um indubitável fascínio.

#### 1.1 - Enquadramento teórico

A climatologia urbana como ciência explicativa dos fenómenos climáticos à escala local, teve o seu início em 1818. Com o estudo realizado por L. HOWARD (1818), onde perspicazmente estabeleceu que as temperaturas no interior do núcleo urbano de Londres eram mais elevadas que a sua envolvente. Com esta nova forma de interpretar o clima à escala local, muitos outros lhe seguiram. Assim difundiu-se por todo o mundo. Londres sendo a primeira cidade a ser estudada despertou interesse de outros cientistas, nomeadamente (T. J. CHANDLER, 1962 e H. E. LANDSBERG, 1981), mas também um pouco por todo o mundo surgiram diversos estudos. Como é evidente pela sua importância, as grandes áreas metropolitanas foram as primeiras a

ser alvo destes estudos, pela sua densidade de construção e demográfica, disseminando-se em seguida por cidades de menor dimensão.

Nos Estados Unidos da América os estudos de climatologia proliferaram por muitas das suas cidades, desde a costa oeste à costa leste. Desde Nova Iorque (R. BORNSTEIN, 1968, D. M. LEAHEY; E. J. P. FRIEND, 1971), a Chicago (B. ACKERMAN, 1985), Washington (C. A. WOOLLUM, 1970), a Phoenix (S. HSU, 1984), a Sacramento (P.W. SUCKLING; M.D. MICHEL, 1988), entre outras estudadas, no Canadá também os estudos de Climatologia Urbana se reproduziram, Toronto (P. BOSSELMANN et al.; 1995), Montreal (T. R. OKE e G. B. MAXNELL, 1975), Vancouver (T. R. OKE e G. B. MAXNELL, 1975; D. YAP, 1974) entre outras. A cidade do México pelas suas características e dimensão é uma cidade privilegiada para a aplicação deste tipo de estudos, (E. JAUREGUI, 1973, 1983; T. R. OKE et al, 1992).

No oriente, à semelhança do que ocorre um pouco por todo o mundo, com mais incidência nos países desenvolvidos, Tóquio (T. YONETANI, 1982; F. KIMURA e S. TAKAHASHI, 1991; A. LOPEZ GOMEZ, 1992), Xangai (C. S. DJEN, 1992), na Oceânia (M. P. PATERSON, 1973), com o estudo de Climatologia Urbana sobre Sidnei. Em África, Joanesburgo pela sua topografia impar, resultou num dos mais expressivos estudos (P. D. TYSON, et al., 1972; Y. GOLDREICH et al., 1918., 1981a, 1981b; Y. GOLDREICH, 1992), Nairobi (K. NAKAMURA, 1967), Brazzaville (M. MPOUZA, 1992). Estes dois últimos são de relevante importância por se encontrarem em latitudes equatoriais e subtropicais, onde o clima regional tem por norma inibir ou mitigar os efeitos topoclimáticos urbanos.

Na Europa, onde se iniciaram estes estudos, como se referiu anteriormente, em Londres (T. J. CHANDLER, 1960, 1962a, 1962b, 1962c, 1964b, 1965; D. O. LEE, 1975, 1977, 1979, 1991; I. T. LYALL, 1977), em Paris (C. CALVET, 1985, 1986; O. CANTAT, 1986; J. DETTWILLER, 1970a, G. ESCOURROU, 1986<sup>a</sup>, 1986b, 1988, 1990), em Friburgo (D. RUFFIEUX, 1986), Roma (M. COLACINO, 1978, 1980), Atenas (B. KATSOULIS e G. A. THEOHARATS, 1985; J. G. DIKAIKOS, 1987), Estocolmo (B. LUDÉN, 1970), Roterdão (C. A. VELDS, 1970), Gotemburgo (I. ELIASSON, E. B. HOLMER, 1990), muitas outras cidades europeias foram alvo de estudos climáticos.



Na península Ibérica a cidade de Madrid foi sobejamente estudada, sendo alvo de inúmeros trabalhos desde 1982, quando Fernández García iniciou o seu estudo climático sobre Madrid, prosseguindo durante os anos de 1990 e 1996. Participando também em outros estudos (F: FERNÁNDEZ GARCÍA e E. GALÁN, 1995; A. LÓPEZ-GÓMEZ e F. FERNÁNDEZ GARCÍA, 1984), muitos outros lhe seguiram, tornando a cidade de Madrid uma das mais bem estudadas. Barcelona (C. CARRERAS et al., 1990; P: L. CLAVERO, 1990; M. B. INDIA, 1992; D. L. BONILLO, 1992) e Valência (V. CASELLES et al., 1991), sendo esta uma pequena amostra dos estudos realizados nas cidades mais importantes de Espanha, havendo outras que também já foram estudadas.

Em Portugal o primeiro estudo que abordou a temática aqui estudada, foi protagonizada pela Professora Doutora M. J. ALCOFORADO, com a realização da sua dissertação de Doutoramento intitulada “O Clima da Região de Lisboa” em 1988. Sendo a Doutora M. J. ALCOFORADO a precursora da investigação em climatologia urbana, outros apareceram com mais estudos de Lisboa ou de outras cidades do país. A cidade do Porto foi a segunda a ser objecto de estudo. A obra intitulada “O Clima Urbano do Porto” teve como autora A. MONTEIRO e este estudo foi o culminar dos trabalhos da sua dissertação de Doutoramento em 1993. Algumas teses de mestrado também foram sendo apresentadas abordando os mais diversos temas, importando ressaltar a Dissertação de Mestrado “Poluição Atmosférica e Clima Urbano” por H. J. N. Andrade em (1994), A. M. S. Lopes (1994) protagonizou um estudo dedicado à topoclimatologia, relacionando a ocupação do solo e os efeitos climáticos. A sua dissertação de mestrado intitula-se “Padrões Térmicos do Clima Local na Região de Oeiras” (1994). Mais tarde, em 2004 surgem novos trabalhos na área de Lisboa, novas dissertações, desta feita, dissertações de Doutoramento, nomeadamente “Bioclima Urbano e Temperatura do Ar em Lisboa” (H. J. N. ANDRADE, 2004) e “Modificações no Clima de Lisboa como Consequência do Crescimento Urbano. Vento, Ilha de Calor de Superfície e Balanço Energético” (A. M. S. LOPES, 2005). Não menos importante foi o trabalho realizado no âmbito do Plano Director Municipal da cidade de Lisboa, em 2005. O estudo intitula-se “Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa” (M. J. ALCOFORADO; A. M. S. LOPES; H. J. N. ANDRADE; J. VASCONCELOS; 2005), demonstrou a importância e a aplicabilidade de estudos de Climatologia na

compreensão das dinâmicas provocadas pela modificação do uso do solo, proximidade ribeirinha, malha urbana e topografia. Em Coimbra o estudo do Clima Urbano também é uma realidade, o primeiro estudo integral, dedicado ao objecto do topoclima surgiu com a dissertação de Mestrado “O Clima Urbano de Coimbra - Aspectos Térmicos estivais” (N. GANHO, 1992). A sua dissertação de Doutoramento “O Clima Urbano de Coimbra - Estudo de Climatologia Local Aplicada ao Ordenamento Urbano” (N. GANHO, 1998), apresenta nesta dissertação um estudo muito completo sobre os aspectos climáticos na cidade de Coimbra.

Felizmente os estudos de climatologia estão a tornar-se uma constante, e cada vez mais assumem uma relevância inquestionável para o Ordenamento Urbano. Tem sido disso reflexo as inúmeras dissertações de Mestrado e de Doutoramento, que demonstram o folgo crescente desta temática.

## **1.2 - Impactes Topoclimáticos**

### **1.2.1- Impacte Térmico**

As aglomerações urbanas, mesmo as de dimensão modesta (N. GANHO, 1998), têm impacte nas características climáticas das áreas urbanas, nomeadamente na temperatura. A aglomeração de calor nos espaços urbanos resulta da mudança contextual do território, nessa medida, as mudanças no coberto vegetal e o aumento das áreas construídas exercem incontestável pressão sobre as áreas urbanas. Mas nem só estes dois factores influenciam o Clima Urbano. A orientação das ruas impede, por vezes, a ventilação das áreas urbanas (M. J. ALCOFORADO; A. M. S. LOPES; H. J. N. ANDRADE; J. VASCONCELOS; 2005) e o conseqüente aumento das temperaturas, que na dicotomia Inverno (frio) e Verão (quente), pode ser, tanto benéfico para o conforto térmico, como desconfortável, e proporcionar um aumento do stress térmico, inerente às actividades humanas na baixa troposfera: transportes, habitação, indústria. Estes efeitos são tratados exemplarmente por (N. GANHO, 1998), onde apresenta esquemas do Balanço Térmico Urbano Diurno e do Balanço Térmico Urbano Nocturno. Também

R. GEIGER (1894), no seu “Manual de Microclimatologia” aborda o Balanço Térmico Urbano forma impar.

### 1.2.2 - Ilha de Calor

A Ilha de Calor é o melhor exemplo documentado de uma modificação climática induzida pelo Homem (OKE, 1987). Ocorre em todas as cidades e é o resultado cumulativo de modificações na cobertura do solo e na composição da atmosfera, sendo uma consequência do desenvolvimento urbano e das actividades antrópicas (M. J. ALCOFORADO, 2005). O fenómeno da Ilha de Calor é transversal aos estudos de Climatologia Urbana. Mesmo L. HOWARD (1818) determinou que a temperatura no centro de Londres era significativamente mais elevada do que a da sua envolvente. Só em 1958 o termo Ilha de Calor foi primeiramente utilizado por G. MANLEY, como referiu N. GANHO (1998).

Simplista seria a visão que a Ilha de Calor se restringe-se à superfície urbana. A Ilha de Calor tem uma dimensão tridimensional (N. GANHO, 1998). Os aglomerados urbanos, pelos seus inputs térmicos, têm capacidade para ampliar em altitude o gradiente térmico, tendo por sua vez, como referiu N. J. TAPPER (1990), a capacidade de diminuir, ou atenuar a intensidade e espessura das Inversões Térmicas, tão frequentes no Inverno de Mangualde.

Deste modo, a Ilha de Calor distingue-se de três formas:

- Ilha de Calor de superfície, que corresponde às superfícies urbanas mais quentes, que as áreas rurais (M. J. ALCOFORADO, 2005).
- Ilha de Calor da atmosfera urbana inferior (URBAN CANOPY LAYER), que corresponde ao nível dos telhados dos edifícios em relação ao solo, como referiu OKE (M. J. ALCOFORADO, 1992 e H. ANDRADE, 2003).
- Ilha de Calor da Atmosfera urbana superior (URBAN BOUNDARY LAYER), que corresponde à camada limite, que por vezes se pode estender até à atmosfera livre, onde as características da temperatura, humidade, turbulência e composição da atmosfera são influenciadas pela presença da cidade como referiu OKE (1987).

### 1.2.3 - Impactes Higrométrico

Como referiu N. GANHO (1998), citando (T. J. CHANDLER, 1962), é imperativo distinguir humidade relativa e humidade absoluta. Nas cidades de Clima Temperado Mediterrâneo, como a de Mangualde, importa saber que a remoção do coberto vegetal e a escassez de áreas vegetais planeadas nas cidades, leva a uma redução da evapotranspiração potencial, relativamente à sua envolvente não urbanizada. Mas pela dicotomia climática é necessário compreender que as áreas urbanas têm capacidade de emitir vapor de água de origem antrópica (N. GANHO, 1998). Assim, a acção humana, como a indústria, a circulação automóvel, o aquecimento habitacional, reduz o ponto de saturação, aumentando a espessura da termoconvecção provocada pela ilha de calor e o aumento da convecção dinâmica aumenta, por consequência, a evapotranspiração potencial. Regra geral, o núcleo urbano, embora com capacidade de emitir humidade, é menos húmido que a envolvente, isto quanto à humidade relativa. Quanto à humidade absoluta, o mesmo pode não acontecer, quebrando desta forma a regra e dando lugar à excepção. Durante a noite seria difícil num Clima Mediterrâneo registar-se uma ilha de humidade absoluta. Durante o dia a humidade absoluta é mais elevada, permitindo assim falar em ilha de humidade e por antagonismo em ilha de *secura*.

### 1.2.4 - Impactes na Circulação do Ar

A compreensão da deslocação do ar nas áreas urbanas, passará pela tridimensionalidade espacial, ou seja, é necessário distinguir a circulação do ar no limite superior da cidade (*URBAN BOUNDARY LAYER*), e a circulação do ar abaixo desse mesmo limite, entre as ruas por debaixo do limite dos telhados dos edifícios (*URBAN CANOPY LAYER*).

Como refere N. GANHO (1998), em relação à deslocação do vento no *URBAN BOUNDARY LAYER*, a velocidade do vento diminui devido ao aumento da rugosidade e por consequência do efeito de atrito, provocado pela edificação urbana. Diminuindo a velocidade do vento até a um limite crítico, abaixo do qual aumenta, devido ao

aumento de turbulência provocada pelo incremento do gradiente térmico vertical, associado à Ilha de Calor. Em alguns casos estudados, a direcção do vento também é susceptível de mudar.

No *URBAN CANOPY LAYER* a deslocação do vento é designado como brisa de campo (T. R. OKE, 1992, 1995). Essa brisa está directamente ligada com a baixa pressão térmica originada pela ilha de calor, dessa forma, o ar frio da envoltória urbana é puxado para o interior da cidade onde aquece e ascende. Pode ser mais ou menos turbulento, aumentando a frequência de rajadas de vento em comparação com o campo próximo (H. E. LANDSBERG, 1981). Afirma D. O. LEE (1979), que a circulação do vento dentro do perímetro urbano é regularmente mais fraco que a da envoltória. Verifica-se porém um incremento do vento no interior da malha urbana em determinadas condições atmosféricas e principalmente durante a noite, podendo chegar aos 30%. Este aumento é desencadeado pelo complexo de brisas de campo, são movimentos advectivos extrapolados pela orientação da malha urbana, que pela sua orientação e volumetria formam autênticos *URBAN CANYON* (canhões urbanos). Estes têm a capacidade de acelerar o fluxo, a essa aceleração de carácter muito localizado designa-se por EFEITO DE VENTURI (G. ESCOURROU, 1991).

### 1.2.5 - Impactes Bioclimáticos

As condições geradas pelo clima urbano nos contrastes térmicos, higrométricos e de circulação do ar, têm impactes na qualidade de vida e na saúde, física e psicológica dos indivíduos. Como foi referido por A. MONTEIRO (1995), os contrastes termohigrométricos assumem, assim, importância extrema na ambiência atmosférica. Num local com um clima mediterrâneo, onde os extremos (Inverno/ Verão) e (Frio/ Quente) são sazonais, é imperativo conhecer quais as sensações que afectam os indivíduos, quer o conforto térmico, quer o desconforto térmico. Nessa medida é necessário delinear estratégias de planeamento capazes de mitigar essas sensações, projectando assim a sustentabilidade urbana.

No Inverno a ilha de calor tem capacidade de atenuar o desconforto térmico relacionado com o frio. Mas no Verão, por vezes, a ilha de calor tem a capacidade de acentuar o desconforto térmico ligado ao calor. Agravado aquando de ondas de calor, que tanto impacte têm na mortalidade. Também é sobejamente conhecido o problema cumulativo de poluição urbana. A capacidade de arejamento urbano através da criação de corredores de ventilação (M. J. ALCOFORADO, A. LOPES, H. ANDRADE, J. VASCONCELOS, 2005) permite o melhoramento da qualidade do ar, mas por vezes, poderá criar uma maior sensação de desconforto no Inverno por aumento da velocidade do vento no interior da área urbana.

Esta pequena reflexão tem por motivo compreender que cada cidade se encerra em si mesma, é fundamental para um planeamento urbano saudável compreender o clima local e a envolvência em que se insere cada cidade em particular e não partir para a generalização de métodos e conclusões standards de aplicabilidade indiscutível.

### 1.2.6 - A Topografia no Clima Urbano

A topografia representa um importante factor na explicação do fenómeno do Clima Urbano. N. GANHO (1992, citando Y. GOLGRICH, 1984) refere que a influência da topografia pode ser tão forte que a magnitude da Ilha de Calor acaba por depender mais da morfologia local do terreno do que do complexo térmico urbano.

No caso deste estudo, observado e explanado mais adiante, a topografia tem especial importância aquando de inversões térmicas. O arrefecimento com a altitude não é um acontecimento que se regista sempre. Por vezes e normalmente na época invernal, sob circulações anticiclónicas com forte estabilidade atmosférica e estratificações térmicas bem definidas, na presença de céu limpo e vento fraco ou inexistente, há uma alteração “anormal” das massas de ar, onde o “normal” é a massa de ar quente subjacente à massa de ar frio. Quando se regista uma inversão térmica as massas de ar invertem-se, passando a massa de ar frio, subsidente, a uma posição subjacente à massa de ar quente, aumentando a temperatura com a altitude. Assim, as áreas urbanas de topografia mais elevada ficam sujeitas a uma intensificação dos efeitos da

ilha de calor e nas áreas topograficamente deprimidas a ilha de calor é atenuada, e há uma maior inibição da ilha de secura. Por outro lado, a atenuação do gradiente térmico vertical associado à ilha de calor por estas advecções catabáticas frias, intensificam as inversões térmicas baixas o que inibe a expansão vertical da pluma térmica urbana (N. GANHO, 1998). Os estrangimentos termoconvectivos levam à concentração de poluentes nestas áreas depressionárias.

Outro fenómeno relacionado com a topografia são, as circulações sinópticas perpendiculares às áreas depressionárias, nomeadamente vales. A diferença altitudinal leva à criação de um efeito de abrigo capaz de acentuar os efeitos da ilha de calor. Mas como a cidade de Mangualde não possui uma topografia acidentada, resumindo-se a uma ondulação salteada por afloramentos graníticos, não consagra na sua área nenhuma situação deste tipo. Se pelo contrário, as circulações sinópticas, ou catabáticas, forem paralelas aos vales, há uma atenuação do gradiente térmico e inibição da ilha de calor, com o conseqüente arejamento vertical e horizontal da atmosfera, removendo dessa forma os poluentes.

### 1.2.7 - Impactes dos Espaços Verdes

Os espaços verdes urbanos, como refere R. GEIGER (1961), têm capacidade de inculcar características topo-climáticas próprias. A influência na ambiência é exercida na razão directa do aumento da densidade da vegetação, sendo claro que o estrato arbóreo possui uma maior capacidade influenciadora do clima a uma escala de grande pormenor. Estima-se que a dimensão de um espaço vegetal com capacidade de influenciar topo-climaticamente a envolvente onde se insere (espaço urbano) é de, no mínimo, oito hectares (H. ANDRADE e G. VIEIRA, 2005). Contudo, as áreas de menor dimensão podem trazer outros benefícios microclimáticos importantes às áreas urbanas (H. ANDRADE, 2003; H. ANDRADE e G. VIERA, 2005).

A ambiência dos espaços verdes resulta do menor albedo, ou seja, resulta da menor capacidade da vegetação em reflectir a radiação solar, absorvendo-a. Em seguida, e contrastando com a envolvente urbana, a vegetação utiliza a radiação absorvida no

processo de fotossíntese, substituindo o calor sensível (áreas urbanas) por calor latente. Este facto impossibilita também a penetração da radiação solar, nomeadamente a da radiação directa, permitindo somente à radiação difusa chegar aos fustes. Esta, por ter reflexões múltiplas provocadas pelos aerossóis presentes na atmosfera, possibilita a iluminação dos fustes. Esta capacidade influencia decisivamente o Balanço Térmico Diurno (*Btd*), atenuando o Balanço Térmico Diurno positivo, mas após o por do sol e a ausência de radiação solar, os espaços verdes urbanos continuam com capacidade de gerar uma ambiência diferenciada da envolvente. Essa capacidade advém-lhe da irradiação concentrada abaixo das copas das árvores (*fustes*), por contra-irradiação, atenuando assim o Balanço Térmico Nocturno negativo.

A absorção da radiação directa leva ao aumento da temperatura, mas com a vegetação esse aumento não se verifica. A temperatura tem, ao invés disso, uma tendência para se amenizar. Esse facto resulta da capacidade da vegetação em transferir a água do solo para a atmosfera, através da evapotranspiração, tendo um impacto muito significativo, pois imprime um maior fluxo de calor latente em detrimento do fluxo de calor sensível das áreas urbanas. O calor latente é provocado através das folhas das árvores, arrefecendo o ar acima das copas. Abaixo das copas (*fustes*), as temperaturas são mantidas amenas, não só por influência do calor latente, mas principalmente pelo efeito sombra das copas, atenuando significativamente o aquecimento diurno.

O contributo dos espaços verdes para o conforto ou desconforto bioclimático e para a saúde é por demais evidente. As preocupações dos planeadores debruçam-se sobre o incremento destes espaços no tecido urbano, de forma harmoniosa.

## 2 - Plano de Trabalho e Objectivos Gerais

Este trabalho encontra-se dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo focaliza o enquadramento teórico, no qual se insere este ponto. Encontra-se também todo o enquadramento teórico referente à bibliografia especializada disponível, onde se fez



uma breve análise de toda a temática do clima urbano, abordado neste trabalho. Fez-se então, uma perspectiva histórica e temporal que fundamenta a realidade aqui estudada. O seu contributo é importante para a compreensão do clima urbano no ordenamento urbano e na qualidade de vida de todos os cidadãos que residem nas áreas urbanas.

O segundo capítulo prende-se com a análise do inquérito realizado sobre a interpretação climática dos cidadãos da cidade de Mangualde e também de todo o concelho. Nesse sentido, foi elaborado um inquérito com um total de oito questões, onde algumas das quais se encontram divididas em sub-questões. A realização deste inquérito, de linguagem acessível visto que o universo não domina a terminologia, permitiu auscultar as preocupações e os anseios da população. É sempre uma óptima forma de contacto com o universo em estudo, tendo sido fundamental para direccionar o trabalho para as respostas de algumas questões, às quais era obrigatório elucidar.

O terceiro capítulo caracteriza o Clima Regional de Mangualde. Não existindo estação meteorológica com capacidade de fornecimento de dados fidedignos e com uma perspectiva temporal capaz de caracterizar o clima da Região, utilizou-se a estação meteorológica de Viseu. Foi possível recolher um número considerável de dados, sendo que, para os meses de Inverno o período foi de doze anos e para os meses de Verão foi de treze anos. Segundo a OMM (*Organização Mundial de Meteorologia*) o espaço de tempo mínimo para uma análise climática compreende-se entre os dez e trinta anos. Perante esse facto os dados recolhidos podem, assim, traduzir a realidade climática da Região. Numa primeira parte optou-se por caracterizar as variáveis que se consideraram ser importantes para a análise climática. Numa segunda parte elaborou-se uma tabela de contingência para medir a associação entre as variáveis de forma explicar o porquê dessa associação, tendo como principal objectivo compreender as causas termodinâmicas subjacentes à época invernal e estival.

O quarto capítulo caracteriza, no fundo, o objectivo primordial deste trabalho e representa a aplicação da climatologia à escala local, nomeadamente, o estudo dos

contrastes termohigrométricos e do vento na cidade de Mangualde. Para esse efeito foram estabelecidos 49 pontos de observação e quatro percursos distintos, por forma a minimizar as perdas de tempo aquando das observações itinerantes. Para que as observações não sofressem alterações significativas disponha-se apenas de uma hora (entre as 00h e 01h). Foram feitas cinco campanhas de observação para cada trimestre, estando estas directamente relacionadas com as condições de tempo (sinópticas) favoráveis, ou seja, só puderam ser realizadas em dias de influência anticiclónica. O importante e logo definido à partida, não era o cariz quantitativo das observações, mas sim, o seu carácter qualitativo na explicação dos contrastes térmicos, relacionados com as diferentes características dos tipos de tempo anticiclónicos.

O quinto e último capítulo caracteriza-se pela preocupação com as condições extremas do clima e a suas consequências para a população, sendo que a análise bioclimática foi sempre um forte estímulo para a realização deste trabalho. Para além de um tema para o qual nem sempre se tem a melhor compreensão. Descorar os aspectos climáticos intervenientes na saúde e na qualidade de vida é uma prática constante e que, agora, se tenta minimizar.

## 2.1 - Área de estudo

A crescente importância da população urbana no contexto mundial leva a que novas preocupações sejam impostas no planeamento das áreas urbanas. Mais de 50% da população mundial vive, hoje, em áreas urbanas, e em 2030 esse valor subirá para 60%. Em Portugal a população urbana atingirá em 2030 os 71%, o que é um número demasiado significativo para não considerar este acréscimo como um forte impacto no ambiente urbano e na sua sustentabilidade (IPCC, 2003). No caso particular de Mangualde, segundo os dados disponibilizados pelos censos mais recentes, verifica-se um aumento da população residente na cidade, reflectindo também, aqui, as tendências mundiais. Em 2001 a população residente na cidade de Mangualde era de 32%, um número muito abaixo da média mundial, que demonstra, também, o enorme potencial que a cidade de Mangualde tem no crescimento da sua população urbana.

A cidade de Mangualde é uma pequena cidade no centro de Portugal, que comemora neste preciso ano 25 anos da sua elevação a cidade. Situada em plena plataforma inclinada da Beira Alta como lhe chamou Orlando Ribeiro, é um concelho pertencente ao distrito de Viseu e à *NUT III Dão - Lafões*. É uma cidade pequena, considerada à escala nacional, na região tem uma função primordial devido ao seu carácter industrial, onde se encontram algumas empresas de relevância.

A sua malha urbana teve um crescimento rápido, essencialmente nos anos noventa, e agora, esse crescimento teve um abrandamento. Em 2001, possuía 6695 habitantes, 3207 homens e 3488 mulheres (dados dos censos de 2001), facto é que, esse crescimento se deve ao êxodo rural bastante marcado. Recorrendo aos dados dos censos de 1991 e 2001, pode-se verificar que o conselho de Mangualde, neste intervalo de tempo, perdeu habitantes em todas as suas freguesias, excepção feita à freguesia de Mangualde. Em 1991 a população total do concelho era de 21808 habitantes e, em 2001, o total da população era de 20990 habitantes, ou seja, no intervalo de dez anos o concelho de Mangualde perdeu 818 habitantes, podendo verificar-se a oscilação da população do concelho de Mangualde na (*figura 1.1*). Segundo os resultados preliminares do censo de 2011, Mangualde possui hoje cerca de 19.879 habitantes, registando uma perda de 1111 habitantes em relação ao censo de 2001, correspondendo a uma perda de 5,3% de habitantes em dez anos, constituindo um facto preocupante. Todavia, a freguesia de Mangualde registou um acréscimo de 334 habitantes, sendo que, em 1991, a população total era de 8570 habitantes e em 2001 era de 8904 habitantes. Estes números demonstram um concelho com dificuldades em atrair e manter a população, permitindo-se ao êxodo rural, mas que possui uma freguesia, a de Mangualde, com capacidade de atracção populacional, revelando o cariz gravitacional da cidade em relação a todo o seu concelho. Contudo, também se pode verificar um tímido êxodo urbano para a periferia da cidade, só possível ver presencialmente.

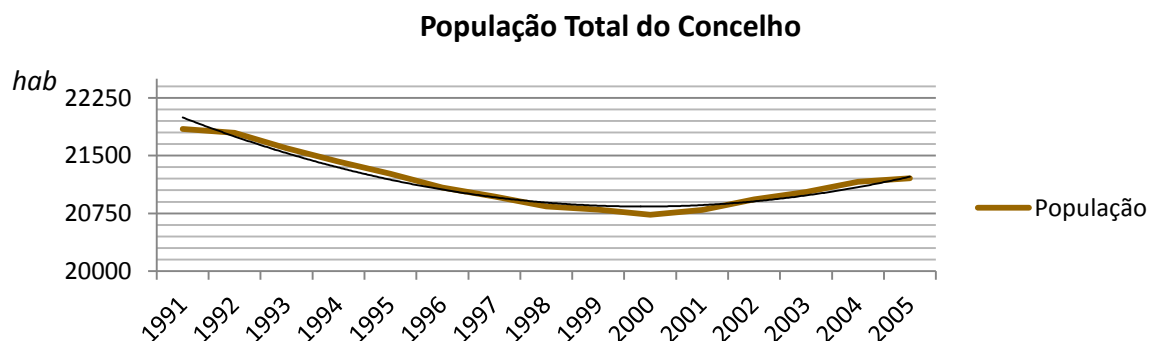


Fig 1.1 – População residente no concelho de Mangualde

Mangualde situa-se no interior centro do país (*fig. 1.2*), no Maciço Antigo, uma unidade geomorfológica com características litológicas e morfológicas peculiares. Como já foi referido anteriormente, Mangualde situa-se na Plataforma Inclinada da Beira Alta (O. RIBEIRO, 1949), onde se pode distinguir os montes de Santa Luzia e em especial o Monte da Senhora do Castelo. Visto situar-se no sector nordeste da cidade de Mangualde, esta distinção só é possível pela ondulação da paisagem, que se inclina para sudoeste 0,75% em direcção ao Maciço Marginal de Coimbra. Esta inclinação é o resultado de um degrau tectónico bastante degradado (O. RIBEIRO, 1949), a sul dos Montes referidos. Trata-se de uma área que possui uma altitude entre 550 e 500 metros de altitude, diminuindo em direcção a sudoeste. Esta forma (Plataforma do Mondego), como refere A. BRUM FERREIRA (1978), tem a sua génese no abatimento tectónico entre os blocos levantados do Caramulo, a oeste, e a Cordilheira Central, no sector sul, desenvolvendo-se de nordeste para sudoeste.

Os levantamentos do Caramulo e da Cordilheira Central têm importância significativa no contexto da climatologia regional. O alinhamento do Caramulo, bem definido pelo grande acidente tardi-hercínico Orense-Bacia da Lousã, encontra-se paralelo à costa do Litoral Centro. Sendo uma forma com cerca de 1000 metros de altitude, constitui uma importante barreira à circulação atmosférica proveniente do Atlântico. Por sua vez, a Cordilheira Central é um conjunto montanhoso constituído por dois alinhamentos montanhosos. A sul Serra da Gardunha – Serra do Muradal – Serra de Alvelos, a norte Serra da Estrela – Serra do Açor – Serra da Lousã, sendo esta a que mais importa no enquadramento climático regional da área em estudo. É o culminar de movimentos tectónicos fracturantes hercínicos, com uma orientação NNE-

SSW, tardi-hercínica, denominado por Horst, que serve de “corrimão” às massas de ar provenientes de nordeste e de sudoeste, como se referirá mais adiante. No âmbito local, o monte da Senhora do Castelo é a protuberância mais significativa, que se soergue a 628 metros de altitude, destacando-se da paisagem ondulada. Representa o ponto mais alto, situado imediatamente a nordeste da cidade de Mangualde, capaz de imprimir dinâmicas peculiares no clima local, às quais, adiante, se dará especial atenção.

Os rios Mondego a sul e Dão a norte, conjugam-se como os limites concelhios respectivos (*fig. 1.3*), moldando a paisagem, em que sobressai a adaptação aos seus vales encaixados. Um aspecto importante a referir é a Barragem de Fagilde que ocupa grande parte do vale do Dão a norte de Mangualde, e a já projectada e em fase de construção, Barragem de Girabolhos, no Rio Mondego. As albufeiras criadas a partir destas barragens serão certamente importantes na ambiência climática.

## 2.2 - Cidade de Mangualde

A cidade de Mangualde teve a sua génese no Bairro do Relógio Velho. Situado junto do Palácio dos Condes da Anadia, floresceu. A necessidade de ocupar novos espaços, levou o crescimento da então vila de Mangualde para Leste, em direcção a uma área bastante aplanada, sendo este, hoje, o centro gravitacional de Mangualde.

A cidade de Mangualde teve um forte crescimento a partir dos anos oitenta, em 1991 Mangualde possuía um total de 8801 edifícios e em 2001 possuía 9881 edifícios, um aumento de 11% em dez anos. A direcção da ocupação do espaço urbano, descontextualizou-se, muito devido a perda de importância que a estrada nacional 16 (N16) tinha aquando da construção do itinerário principal nº 5 (IP5), a agora auto-estrada 25 (A25). O constante investimento em infra-estruturas rodoviárias, permitiu uma nova organização espacial da cidade. A preferência pelo crescimento a leste do espaço urbano esfriou-se, passando agora a concentrar-se, a norte na ligação à A25 (Aveiro-Espanha), a sul na ligação a Gouveia e à estação de caminhos-de-ferro, impulsionada pela abertura de uma larga avenida e do centro de saúde, a oeste com a

ligação a Coimbra. A presença de uma indústria automóvel nesse sector da cidade catalisou o aumento do Bairro de São João e fez com que aparecesse um novo Bairro, o Bairro da Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

As características ímpares da cidade de Mangualde, levam a uma maior dificuldade na definição dos contrastes termohigrométricos, comparativamente a casos já estudados de outras cidades. Para uma cidade de pequena dimensão, Mangualde revela uma ocupação horizontal do espaço bastante considerável. A concentração urbana dá, desta forma, lugar a longos espaços intersticiais dentro do perímetro urbano da cidade. Mesmo dentro do núcleo urbano (*CBD*) esses espaços são uma realidade. Em suma, há uma ocupação das áreas suburbanas, mas não, de forma efectiva e concentrada (*fig. 1.4*). Resultando assim, em espaços agrícolas ou em abandono, muito pelas condicionantes da REN (Reserva Ecológica Nacional) e principalmente da RAN (Reserva Agrícola Nacional).

Os espaços verdes urbanos, ou, os espaços verdes que foram inseridos na malha urbana aquando do crescimento desta, revelam importância primordial no contexto topoclimático local. A densa Mata dos Condes, tem espécies arbóreas bastante desenvolvidas, como Pinheiros Mansos (*Pinus pinea*), Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), Carvalho Negral (*Quercus pyrenaica*) e Carvalho Alvarinho (*Quercus robur*). O Monte da Senhora dos Castelo é outro local de importância ecológica, situado numa posição sobrelevada possui espécies arbóreas como o Pinheiro Manso (*Pinus pinea*), Pinheiro Bravo (*Pinus pinaster*), Carvalho Negral (*Quercus pyrenaica*), Plátanos (*Platanus hybrida*) e por descontrolo de espécies, regista-se um preocupante aumento de acácias mimosas (*Acácia podalyraefolia*). No centro da cidade os pequenos boulevares planeados constituídos na sua maioria por Plátanos (*Platanus hybrida*), desempenham uma função essencial na ambiência urbana da cidade.

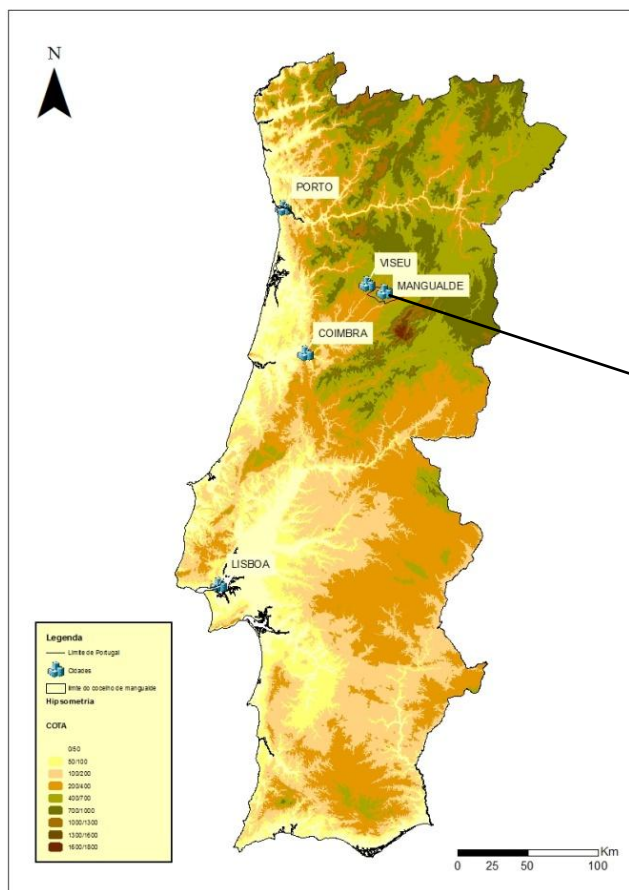


Fig 1.2 – Portugal Continental (Hipsometria)

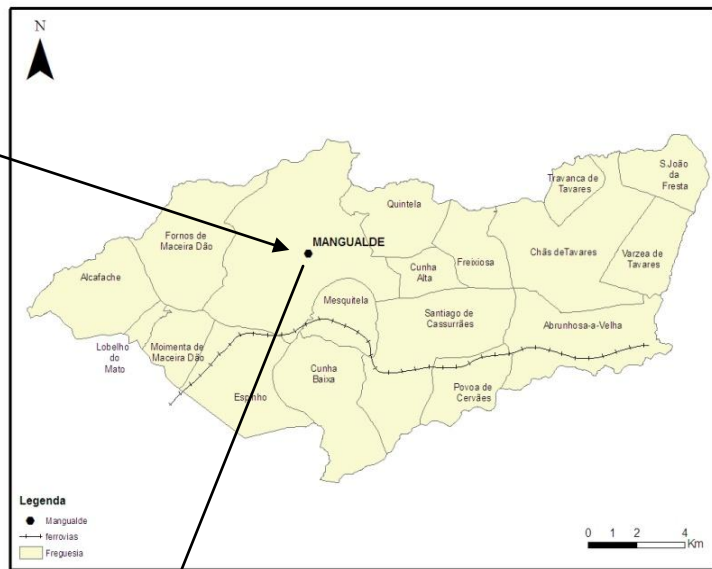


Fig 1.3 – Concelho de Mangualde



Fig 1.4 – Cidade de Mangualde, (Locais de interesse e de referência para o estudo)

## CAPÍTULO II – Percepção Climática

### 1 – Inquérito

A aplicação deste breve inquérito tem como sustentação a percepção climática dos indivíduos residentes no concelho de Mangualde. Foi determinada uma amostra de 50 indivíduos, representativa do universo do concelho de Mangualde. Tendo sido aplicado a indivíduos dos dois sexos, com uma idade superior a 16 anos e inferior ou igual a 85 anos. Elaboraram-se um total de nove questões de resposta rápida e directa. A questão 1 subdividiu-se em mais uma questão, a questão 2, que, de igual modo, representa a elaboração de dois quadros que permitem compreender a distribuição espacial do conforto térmico nas ruas do centro da cidade de Mangualde, quer para o Inverno, quer para o Verão. A questão 3 prende-se com o tipo de aquecimento utilizado no Inverno, a questão 4, coloca à prova a capacidade do inquirido em se relacionar com o espaço e as suas variações térmicas induzidas pelas diferentes orientações das vertentes. A questão 5 foi elaborada no sentido de demonstrar se a percepção dos inquiridos é capaz de diferenciar as condições climáticas no interior urbano da sua envolvente. A questão 6 pedia aos inquiridos que definissem o clima de Mangualde segundo quatro adjectivos, no Inverno de muito frio a quente, e no Verão de muito quente a fresco. A questão 7 dava toda a liberdade ao inquirido de escolher qual, na sua opinião, o lugar mais quente da cidade. A questão 8 proponha ao inquirido fazer uma retrospectiva, analisando temporalmente a evolução do clima em Mangualde relativamente à variável temperatura. A questão 9, colocava de forma directa ao inquirido, se sabia, ou se já tinha “ouvido falar” em ilha de calor, e a questão 9.1, partindo da base da questão anterior, pedia que em poucas palavras, o inquirido, explicasse o que entendia por ilha de calor.

### 2 - Análise da amostra

A medição da sensibilidade da população do concelho de Mangualde, para esta temática, foi alvo de inquirição, passando agora apresentar os resultados obtidos.



Em primeiro, é necessário caracterizar a amostra total de 50 indivíduos, a morada, a idade e a escolaridade. Nessa medida, mais de 60% dos inquiridos residem na cidade de Mangualde, 26% na periferia da cidade e 14% no resto do concelho. A média de idades dos inquiridos é de 46,8 anos, tendo um máximo de 85 anos e um mínimo de 16 anos. O factor idade é de relevância extrema, visto que, para uma análise climática é necessário ter uma perspectiva temporal considerável. Quanto à escolaridade, os inquiridos relevaram uma predominância com o 9º e 12º ano de escolaridade, de 42%, os analfabetos totalizaram 8% da amostra, 24% dos indivíduos revelou ter o ensino primário ou básico, até ao 8º ano, e 26% dos indivíduos revelou ter um grau de ensino superior.

Conhecendo as características da amostra passa-se à análise dos resultados. Na primeira questão, 92% dos indivíduos afirmam que o clima de Mangualde tem mudado, ao passo que, 8% negam qualquer alteração nas condições climáticas de Mangualde (*fig. 2.1*), 70% dos inquiridos que manifestaram que o clima de Mangualde sofreu alterações, afirmam que o clima está mais quente e 30% dizem que, pelo contrário, o clima teve uma diminuição da temperatura e está agora mais frio (*fig. 2.2*). A questão 2 implicava um conhecimento das ruas do centro da cidade e da capacidade perceptiva dos indivíduos quanto a desigualdade da distribuição do conforto ou desconforto climático. Assim, 58% dos inquiridos acha que, a rua mais fria no Inverno é a Avenida da Senhora do Castelo, sendo que 88% dos inquiridos também a acha mais ventosa (*fig. 2.3.1*). No Verão, 86% dos indivíduos afirmam que o Largo do Dr. Couto é a Rua mais quente e 76% dos indivíduos classifica a Avenida da Senhora do Castelo como a rua com maior frequência de brisas (*fig. 2.3.2*). Na questão 3, todos os indivíduos (100%) revelaram usar aquecimento artificial no Inverno (*fig. 2.4.1*), 74% revela que usa lareira como aquecimento, 24% fogão, 44% aquecedor e 44% aquecimentos por combustíveis fósseis (*fig. 2.4.2*). Estes dados só são possíveis porque grande parte dos inquiridos revela usar mais do que uma forma de aquecimento artificial.

A questão 4 colocava o inquirido perante a escolha da vertente mais soalheira, ao que 60% dos indivíduos têm noção que a vertente sul em Mangualde é a mais soalheira. Pelo contrário, 14% afirma que são as vertentes Norte as mais soalheiras, ao contrário

do que corresponde à realidade. Também 18% dos inquiridos afirma que a vertente Este é a mais soalheira, sendo que o Sol nasce a Este seria de considerar essa hipótese, não obstante, aquando do nascer do sol a radiação solar não possui altura suficiente para concentrar um maior número de radiação por metro quadrado, não podendo por isso ser a vertente mais soalheira. A mesma situação ocorre com a vertente Oeste, estando esta não dependente da radiação do nascer do sol, mas sim, da radiação do por do Sol, sendo que, 8% dos inquiridos afirma que é esta vertente a mais soalheira (*fig. 2.5*).

A questão 5 tenta caracterizar a percepção dos indivíduos em relação ao clima urbano e ao seu clima envolvente. Nessa medida, 74% afirmam que, sim, que há um clima diferenciado entre o centro urbano e a envolvente rural, e 26% revelam que não, que não há diferença alguma e que os contrastes termohigrométricos não são significativos (*fig. 2.6*).

No seguimento da questão 5, pedia-se na questão 6 que se caracterizasse o clima da cidade. Assim, no Inverno, 56% dos inquiridos afirmam que o clima da cidade de Mangualde é muito frio (*fig. 2.7.1*) e que, no Verão, 44% dos indivíduos revelam que é muito quente (*fig. 2.7.2*). Este resultado denota uma maior adversidade e intolerância para com o frio de Inverno do que para com o calor do Verão

A questão 7 pedia para que os inquiridos referenciassem o local mais quente da cidade, independentemente da época do ano, dessa forma, 42% dos inquiridos revela que é o Largo da Câmara Municipal (Largo do Dr. Couto) o lugar mais quente da cidade (*fig. 2.8*), correspondendo ao local mais quente, onde na questão 2, 86% afirmaram ser o Largo do D<sup>o</sup> Couto o local mais quente do centro de Mangualde, e 66% como a mais fria de Inverno.

A questão 8 prende-se com a avaliação que os indivíduos fazem da evolução do clima de Mangualde e 64% garantem que a temperatura aumentou ao longo dos anos, 14% dizem que a temperatura diminuiu e 22% afirmam que está igual. Assim fica patente que na compreensão dos inquiridos o clima não é estacionário e que as suas variáveis sofrem oscilações, sendo que, para a maioria dos inquiridos o clima está a evoluir positivamente, tornando-se mais quente (*fig. 2.9*).

A questão 9 permitiu avaliar os conhecimentos conceptuais que os inquiridos da amostra tinham sobre climatologia, neste caso específico sobre a ilha de calor. Desse modo, só 26% garantem ter ouvido falar em ilha de calor, os outros 74% revelam nunca ter ouvido falar da mesma (*fig. 3.1*). É notório o desconhecimento conceptual a que ainda está sujeita esta temática, que mais se evidencia quando na questão 9.1 o desconhecimento do conceito de ilha de calor ascende aos 76%, e 6% garantem que a ilha de calor está directamente relacionado com a poluição atmosférica e só 18% afirmam que ilha de calor é um aglomerado de calor no centro urbano (*fig. 3.2*). Curioso é o facto dos inquiridos entenderem que a ilha de calor resulta das temperaturas máximas diurnas e pelo evidente aquecimento da cidade, e não pelo arrefecimento diferencial entre o centro urbano e a envolvência rural.

### 3 - Nota conclusiva

A realização deste inquérito provou que a climatologia aplicada a uma escala local é ainda um desconhecimento para a maioria dos mangualdenses. Também não é menos verdade que há um desinteresse, mais ou menos aparente, que indica que a maior parte dos inquiridos não possui conhecimento das potencialidades climáticas locais para a qualidade de vida, mas também para a saúde e para a sustentabilidade ecológica e económica da cidade.

Foi visível que todos os indivíduos abordados tinham a noção que há factores intervenientes nos contrastes termogigrométricos, mas nesse caso evidenciaram factores como a maior ou menor proximidade oceânica, a altitude e principalmente a radiação solar e os seus diferentes quantitativos inter-anuais. Todavia, descoram por completo factores climáticos locais, como o uso do solo, a malha urbana (direcção das ruas e volumetria dos edifícios), exposição das vertentes e a orografia, sendo os mais pertinentes para o contexto da cidade de Mangualde. Também foi surpreendente comprovar que o local escolhido como lugar mais quente é o Largo do Dr. Couto, correspondendo este ao centro gravitacional de Mangualde. Esperado seria que cada indivíduo retratasse o local habitacional como o local mais confortável ou desconfortável, pois para cada indivíduo a noção de espaço, normalmente,

corresponde ao seu espaço de maior “consumo”, revelando desta forma uma percepção climática colectiva não totalmente alheada da realidade.

A ideia generalizada de que o clima tem mudado, confunde-se com o sentimento geral de que o clima tem tido um acréscimo positivo das temperaturas. Parece haver uma incongruência entre o espectável aumento da temperatura média com uma menor necessidade de aquecimento artificial, o que, no entanto, não é o que se verifica. No entanto, há hoje um nítido melhoramento do isolamento das casas e a introdução de novas tecnologias de aquecimento. A sua utilização demonstra claramente que a impreparação cultural para o frio, no Inverno, a pouco e pouco tem vindo a mudar. Também foi possível compreender a presença de elevadas quantidades de fumos na atmosfera, que se deve à massiva utilização de combustíveis vegetais como fonte de calor, nomeadamente para uso de lareiras e fogões, já que 98% dos inquiridos revelou usar lareiras e fogões, explicando a diminuição da qualidade do ar aquando das frequentes inversões térmicas no Inverno.

A ilha de calor manifestou grande interesse por parte dos inquiridos, tanto no conceito em si, como nas suas consequências, esperando-se que com este trabalho se despertem as consciências para abordar estes temas de forma mais significativa e com a sua tradução espacial.

Em jeito de remate, conclui-se que a percepção climática e as maiores preocupações se centram muito mais no frio do Inverno, que propriamente no calor do Verão, e se essa é uma evidente preocupação, fica a questão: porquê a falta de sensibilidade para as infra-estruturas e tecnologias de mitigação do frio “amigas do ambiente”?

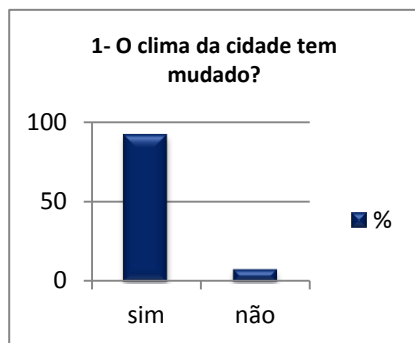


Fig 2.1 – Percepção evolucionária do Clima

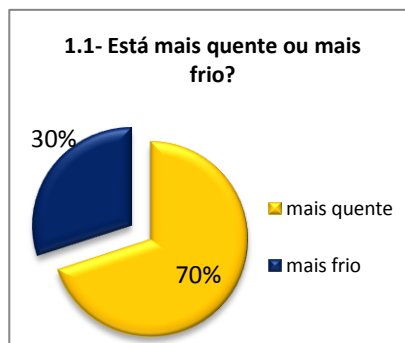


Fig 2.2 – Percepção da variação positiva ou negativa da temperatura

2 - As ruas consideradas muito frias



Fig 2.3.1 – Percepção espacial da temperatura por ruas (Inverno)

2.1 - As ruas consideradas mais quentes



Fig 2.3.2 – Percepção espacial da temperatura por ruas (Verão)

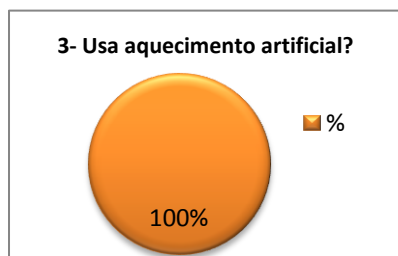


Fig 2.4.1 – Utilização de aquecimento

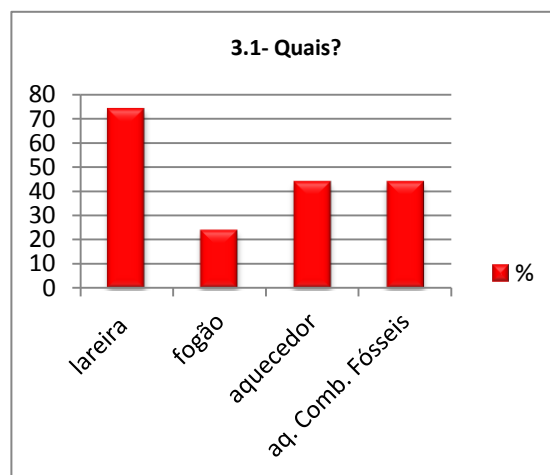


Fig 2.4.2 – Tipo de aquecimento utilizado

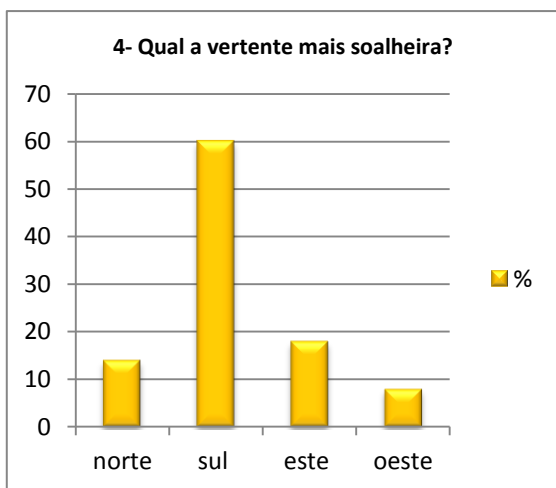


Fig 2.5 – Incidência da radiação nas diferentes orientações das vertentes

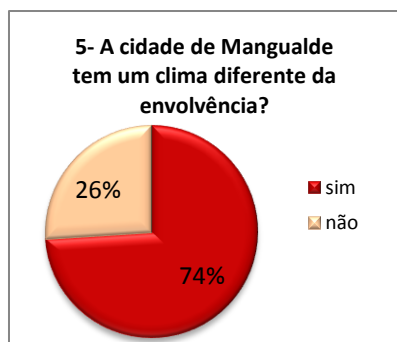


Fig 2.6 – Percepção dos contrastes termohigrométricos

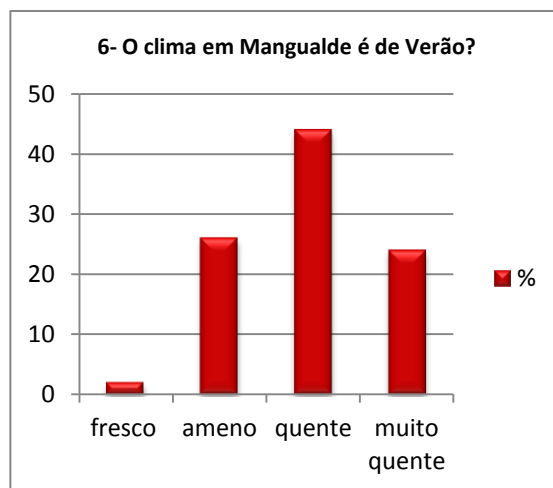


Fig 2.7.1 – Considerações térmicas no Verão

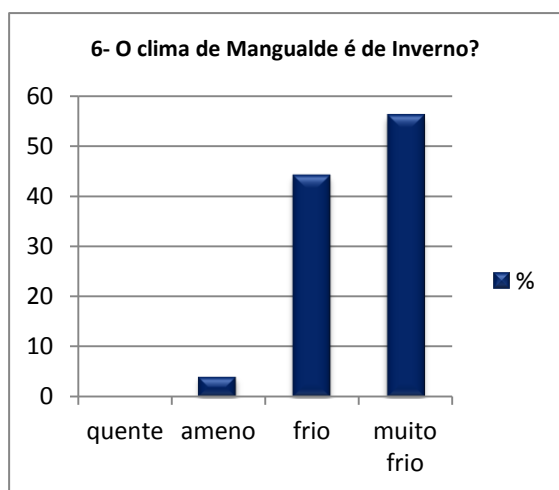


Fig 2.7.2 – Considerações térmicas no Inverno

7 – Os pontos considerados mais quentes da cidade

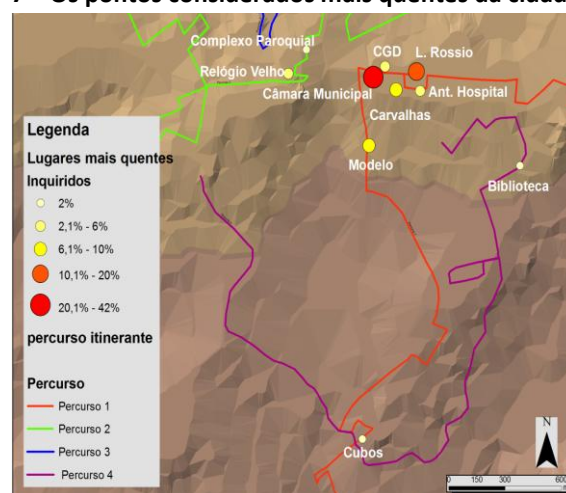


Fig 2.8 – Distribuição dos pontos mais quentes (percepção)

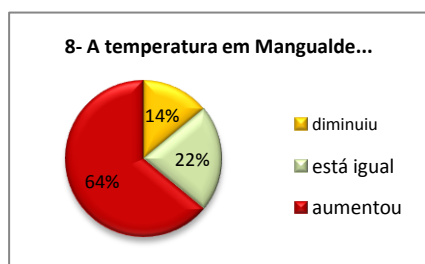


Fig 2.9 – Percepção térmica evolucionária

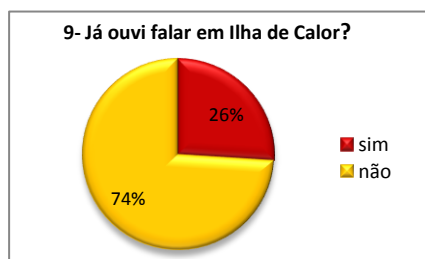


Fig 3.1 – Conhecimento do conceito Ilha de Calor

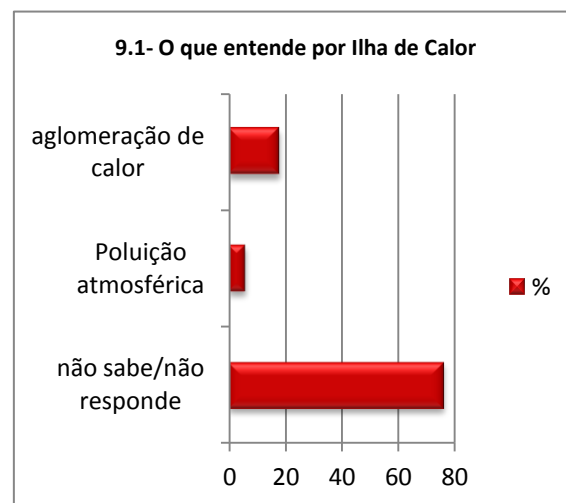


Fig 3.2 – Avaliação do conhecimento do conceito de Ilha de Calor

## CAPÍTULO III – O Clima Regional

### 1 - Características Climáticas Regionais

#### 1.1 - Nota introdutória

A cidade de Mangualde tem um clima do tipo temperado mediterrâneo (*CSa*) segundo a classificação de Koppen, caracterizado por um Verão temperado e seco, e pela concentração da precipitação nos meses de Inverno, nomeadamente Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro, Março e Abril, este último já inteiramente primaveril. O índice Xerotérmico de Gausson em que Mangualde se insere é designado por Mesomediterrâneo atenuado (M. J. ALCOFORADO; M. F. ALEGRIA; A. RAMOS PEREIRA; C. SIRGADO, 2009).

As características do clima regional, no qual se insere a cidade de Mangualde, dependem, primeiramente, da latitude, altitude e contexto topográfico envolvente, mas também, pela sua relativa interioridade em relação a faixa costeira atlântica, conferindo-lhe uma rigorosidade superior à das cidades litorais.

Para o estudo do Clima Regional, procedeu-se à análise das diferentes variáveis que se determinaram como pertinentes, nomeadamente, temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, humidade relativa, velocidade do vento, rumo do vento e nebulosidade, para os períodos compreendidos entre 01-12-1994 e 31-01-2006 para o Inverno e entre 01-06-1994 e 31-08-2008 para o Verão. Utilizaram-se os dados da estação meteorológica de Viseu por falta de dados para a cidade de Mangualde, ou outra, mais próxima. O período mínimo estabelecido pela OMM (*Organização Mundial de Meteorologia*) é de dez anos, não obstante, o período de trinta anos é aquele que reúne maior consenso. Esta análise é consequência de um Clima Mediterrâneo, onde o contraste entre o período invernal e o período estival é grande.

## 1.2 - Análise descritiva

### 1.2.1 - Temperatura média

A temperatura média invernal à hora mais fria (06h), para a serie de dados analisados observada na (*tabela 1*) é de 5,4°C, a máxima temperatura registada foi de 13°C e o mínimo de -3°C. A moda das temperaturas registadas foi de 6°C. A temperatura média estival à hora de maior calor registada às (18h) na Estação meteorológica de Viseu é de 22°C, a máxima registada foi de 35°C e a mínima de 11°C, a moda da temperatura média é de 23°C.

*Tabela 1*Quadro 1 - Medidas de tendência central e dispersão

Medidas de análise	Temperatura média Invernal	Temperatura média estival
<b>Média</b>	5,4	22,6
<b>Mediana</b>	5	23
<b>Moda</b>	6	23
<b>Desvio de padrão</b>	3,2	4,4
<b>Variância</b>	10,3	19,7
<b>Mínimo</b>	-3	11
<b>Máximo</b>	13	35
<b>N</b>	991	1035

Tabela 1 - Medidas de tendência central e dispersão

## 1.3 - Temperaturas máximas e mínimas

As temperaturas máximas e mínimas registadas na estação meteorológica de Viseu, permitem conhecer não só as média máximas e mínimas para cada mês, mas também, conhecer a evolução temporal. Dessa forma, compreender a evolução da temperatura mínima e máxima para o trimestre invernal (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e para o trimestre estival (Junho, Julho e Agosto).

### 1.3.1 - Época invernal

A compreensão que a temperatura, nomeadamente a temperatura mínima e máxima, para a saúde e para a qualidade de vida, é manifestamente essencial para a adoção de procedimentos capazes de mitigar as consequências delas advindas. O Inverno, sendo rigoroso em Mangualde, pode ser bastante desconfortável. Quanto



menor for a temperatura, menor será o conforto térmico e, por consequência, menor será a qualidade de vida e maior a exposição a fenómenos extremos ligados ao frio.

### 1.3.1.1 - Perspectiva Mensal Invernal

Nesta perspectiva conclui-se que o mês mais frio, ou seja, o mês que regista uma temperatura mínima média mais baixa é o mês de Janeiro, onde a sua média é de 4,4°C, o mês de Fevereiro é o segundo a registar uma temperatura mínima média mais baixa, registando-se para esta serie de dados uma média de 4,9°C. O mês de Dezembro é, por exclusão de partes, o mês, que regista a temperatura mínima média mais elevada do trimestre, registando uma média de 5,3°C.

As temperaturas máximas registadas permitem conhecer e quantificar as médias, com vista à definição dos meses com temperaturas máximas médias invernais mais elevadas e, por conseguinte, mais favorável ao conforto bioclimático. O mês que registou a temperatura máxima média invernal mais elevada foi o mês de Fevereiro com 12,2°C. Fevereiro é, desta forma, o mês que regista maior amplitude térmica, ou seja, é o mês em que há uma maior diferença entre a temperatura mínima média e a temperatura máxima média, chegando aos 7,3°C de amplitude. O mês de Dezembro é o segundo da época invernal a registar uma temperatura máxima média mais elevada, com 10,7°C. O mês de Janeiro, o que regista a temperatura mínima mais baixa, é também o mês que regista a menor temperatura máxima média. Com uma média de 10,4°C, o mês de Janeiro revela-se, assim, como o mês mais rigoroso e com temperaturas mais baixas como se observa na (fig. 4.1).

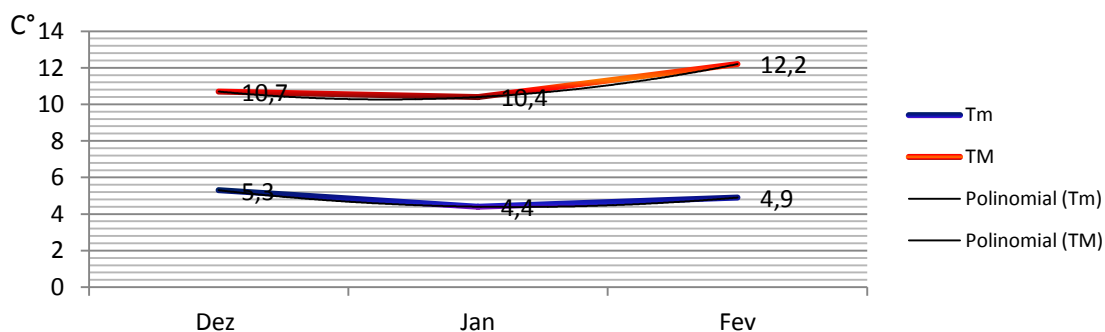


Fig 4.1 – Temperatura mínima e máxima médias mensais invernais

### 1.3.1.2 - Perspectiva temporal Invernal

Na perspectiva temporal invernal para os anos compreendidos entre 1994 e 2006, foi possível verificar (*fig. 4.2*) que tanto a variável Temperatura máxima média como a temperatura mínima média têm uma tendência descendente, perceptível na sua variação. A temperatura mínima teve, em 1994, um registo médio de 6,4°C e, em 2006, um registo de 2,6°C. Também se deve ressaltar o ano de 2002, onde a temperatura mínima média registou uma média trimestral de 6,1°C, interrompendo uma perspectiva descendente da temperatura mínima média trimestral. Após 2002 a temperatura mínima média tem um decréscimo acentuado, passando em 2003 para 4,3°C. Em 2004 houve um ligeiro aumento (5°C), para se precipitar nos dois anos seguintes (2005 e 2006), passando dos 5°C em 2004, para os 3,3°C em 2005 e 2,6°C em 2006, sendo este o valor mais baixo de temperatura mínima média trimestral de toda a serie de dados.

A temperatura máxima média trimestral é, também, tendencialmente decrescente, acompanhando, desta forma, o decréscimo verificado na temperatura mínima média trimestral. A serie de dados analisados demonstra um ligeiro aumento da temperatura máxima média invernal, de 11,4°C em 1994 para 11,6°C em 1995. Em 1996 a temperatura máxima média trimestral teve um ligeiro decréscimo para os 10,2°C, antecedendo um aumento brusco, culminando, em 1998, com a temperatura mais alta registada nesta serie de dados analisados, de 12,4°C. Mantendo-se estável em 1999 (12°C), procedendo-se de seguida a um ligeiro decréscimo em 2000, passando a temperatura máxima média para os 10,1°C. A temperatura máxima média do trimestre invernal oscilou, pelos anos seguintes, para em 2006 registar uma temperatura máxima média de 9,5°C, sendo esta a menor registada em toda a serie de dados analisada. É possível verificar as medidas de tendência central e dispersão da época invernal na (*tabela 2*).

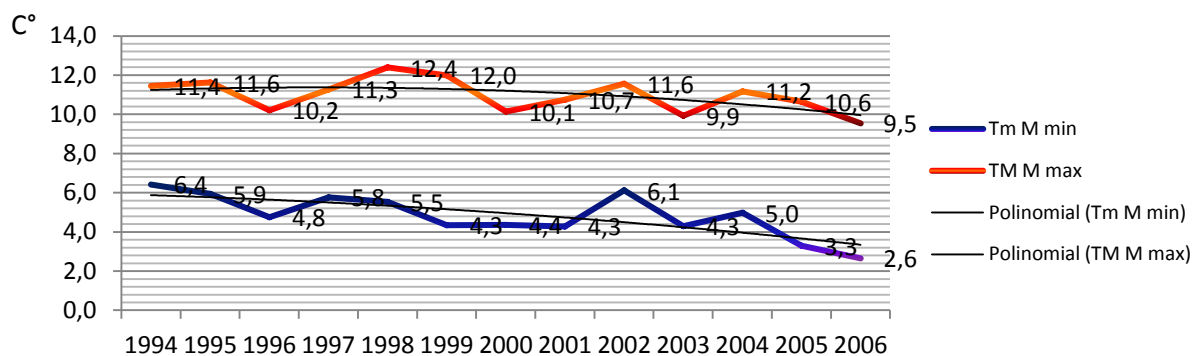


Fig 4.2 – Temperatura mínima e máxima médias anuais invernais

Tabela 2 Quadro 2 – medidas de tendência central e dispersão da época invernal

Medidas de análise	Temperatura mínima média	Temperatura máxima média
Média	4,8	11
Mediana	5	11
Moda	5	9
Desvio de padrão	3,1	3,2
Variância	9,6	10,2
Mínimo	-4	3
Máximo	13	21
N	990	970

Tabela 2 - Medidas de tendência central e dispersão

## 1.3.2 - Época Estival

### 1.3.2.1 - Perspectiva Mensal Estival

A serie de dados observada na perspectiva estival, compreende-se entre 01-06-1994 e 31-08-2008. A época estival é sem dúvida uma época em que os extremos climáticos têm eles, também, um potencial nefasto para as populações. Caracterizados, por vezes, por longos períodos de seca, associadas a anomalias térmicas positivas e ondas de calor com capacidade de aumentar a taxa de mortalidade nesta época.

Nesta serie de dados conclui-se que o mês mais quente é o mês de Agosto, registando 27,5°C de temperatura máxima média, o mês de Junho é o mês estival mais fresco, registando 24,5°C de temperatura máxima média, o mês de Julho é, assim, o mês intermédio, com uma temperatura máxima média de 27,1°C. Como é patente nesta análise, há uma progressão da temperatura máxima à medida que os meses estivais vão passando. Também não menos importante é o rápido aumento da temperatura do mês de Junho para o mês de Julho. Este facto pode ter especial relevância para o

metabolismo humano, que demora sempre um pouco a adaptar-se às condições climáticas, tanto mais se estiver exposto a temperaturas extremas como ondas de calor.

Analisando a temperatura mínima média estival, pode-se verificar que o mês mais fresco é o mês de Junho (13°C). O mês de Julho possui uma temperatura mínima média 1,1°C mais elevada que o mês de Junho, registando, assim, 14,1°C de temperatura mínima média. O mês de Agosto é o mês que regista uma temperatura mínima média máxima mais elevada, de 15°C, tendo 0,9°C a mais que o mês anterior, podendo-se concluir que a temperatura mínima média tem uma evolução positiva com a progressão dos meses estivais. Esta evolução não é tão intensa com a temperatura máxima média. O mês em que se regista maior amplitude térmica é o mês de Junho, com 13°C como se verifica na (fig. 5.1).

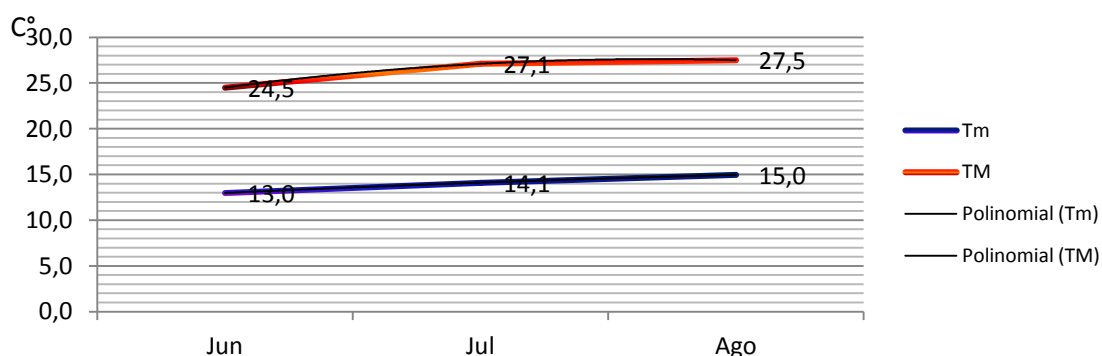


Fig 5.1 – Temperatura mínima e máxima médias mensais estivais

### 1.3.2.2 - Perspectiva temporal estival

A tendência desta serie de dados, demonstrada pela linha de tendência polinomial, para ambas as variáveis (temperatura máxima média e a temperatura mínima média), aponta para uma estabilidade das séries, não obstante ser possível identificar picos de temperaturas mais elevadas observados na (fig. 5.2).

A temperatura mínima mantém-se muito estável desde o ano de 1994 (13,6°C) até ao ano de 2002 (13,6°C). No ano de 2003 a temperatura mínima média teve um aumento brusco, passando dos 13,6°C em 2002 para os 16,7°C. Este foi um ano onde os extremos climáticos, que no caso particular da temperatura mínima foram exacerbados. Com esta anomalia térmica num dos anos mais problemáticos

relativamente aos incêndios florestais, o deficitário arrefecimento nocturno provocou, um não menos importante, desconforto bioclimático. Assim, o ano de 2003, ficou como ano em que se verificou uma temperatura mínima média mais elevada na serie de dados observados. Nos anos seguintes a temperatura mínima média diminuiu, tendo ligeiras oscilações. O ano de 2006, como não se possuíam quaisquer dados, não foi alvo de análise. Assim, o ano de 2007 foi o ano que registou a temperatura mínima média mais baixa da serie observada, de 12,9°C. A serie de dados observados finda com o ano de 2008, onde a temperatura mínima média registada foi de 13,2°C, tendo um ligeiro aumento em relação ao ano anterior.

A temperatura máxima média mantém-se estável, no que respeita à sua tendência. A linha polinomial demonstra um ligeiro decréscimo na evolução da temperatura máxima média, não sendo, claro, significativo para a serie observada. Em 1994 a temperatura máxima média foi de 26,4°C, mantendo-se uma oscilação não muito significativa nos anos seguintes, culminando em 2004 com uma temperatura máxima média de 26,1°C. No ano de 2005, observou-se uma subida da temperatura máxima média trimestral, sem dúvida a mais significativa de toda a serie observada. Com 29,4°C de média, foi o valor mais elevado da serie observada e um dos anos mais quentes em que há memoria. Este ano foi particularmente problemático no que respeita a incêndios florestais, sobrepondo-se ao ano de 2003, já de si catastrófico. Ficou assim, 2005, como o ano mais quente de toda a serie de dados e como o ano da maior tragédia florestal da história recente de Portugal. Em 2007 verificou-se uma drástica descida da temperatura máxima média trimestral, mas o facto de não se possuírem valores para o ano de 2006 dificulta a percepção da descida da temperatura. Mas focando o ano de 2007, é possível verificar que de toda a serie, o ano de 2007 foi o que registou uma temperatura máxima média trimestral mais baixa, chegando aos 25°C de média, correspondendo também este ano a uma menor temperatura mínima média. Em 2008 a temperatura máxima média aumentou ligeiramente, para os 25,6°C, não sendo significativo esse aumento.

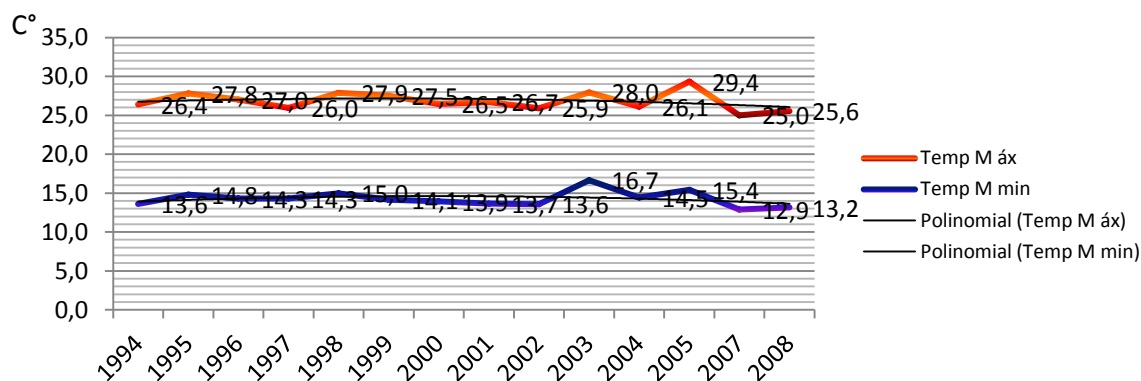


Fig 5.2 – Temperatura mínima e máxima médias anuais estivais

Tabela 3 Quadro 3 – medidas de tendência central e dispersão da época estival

Medidas de análise	Temperatura máxima média estival	Temperatura mínima média estival
Média	26,7	14,1
Mediana	27	13
Moda	27	13
Desvio de padrão	4,9	3,5
Variância	24	12,2
Mínimo	13	6
Máximo	39	28
N	1035	1015

Tabela 3 - Medidas de tendência central e dispersão estivais

## 1.4 - Ondas de frio, ondas de calor e noites tropicais

### 1.4.1 - Considerações preliminares

Numa perspectiva de conhecer os fenómenos extremos ligados ao frio e ao calor, é imperativo conhecer a frequência, a duração e a intensidade das ondas de calor, das ondas de frio e das noites tropicais. Estes fenómenos possuem incomparável interesse, pois deles depende em muito a saúde e mesmo as maiores taxas de mortalidade, aquando da ocorrência destes fenómenos, exercendo incontestáveis impactes na qualidade de vida das populações mais vulneráveis. Conhecendo o regime destes fenómenos, poder-se-á mitigar as consequências nefastas e consagrar um planeamento rigoroso na prevenção e no apoio dos mais frágeis.

### 1.4.2 - Ondas de Frio

O conhecimento das ondas de frio na região possibilita saber o comportamento da variável (temperatura mínima) registada às 06h para o Inverno, pois onda de frio define-se como uma diminuição das temperaturas mínimas para valores de 5°C abaixo

da média da temperatura mínima, num período nunca inferior a cinco dias, sendo que, o Inverno é a época, por excelência, para a ocorrência deste fenómeno.

### 1.4.2.1 - Perspectiva Temporal

Numa perspectiva temporal pode-se afirmar que, em média, a onda de frio pode durar 8,8 dias e que a sua temperatura mínima média é de 1,8°C, tendo uma ocorrência de 2,3 ondas de frio por trimestre invernal.

Na serie de dados observados (*fig. 5.3.1*) registam-se um total de 31 ondas de frio, sendo que, os anos de 1996 e de 2004 são os que registaram maior número de ocorrências de ondas de frio, ambos com 12,9% do total da serie.

O ano de 2005 foi o ano em que se registou uma média de dias mais elevada de duração por cada onda de frio, de 16 dias, contrastando com os 5 dias que, em média, duraram as ondas de frio de 1994 e 1995. A temperatura mínima das ondas de frio registadas entre 1994 e 2006, conheceu o seu mínimo no ano de 1994, onde a temperatura mínima teve uma média de 0,6°.

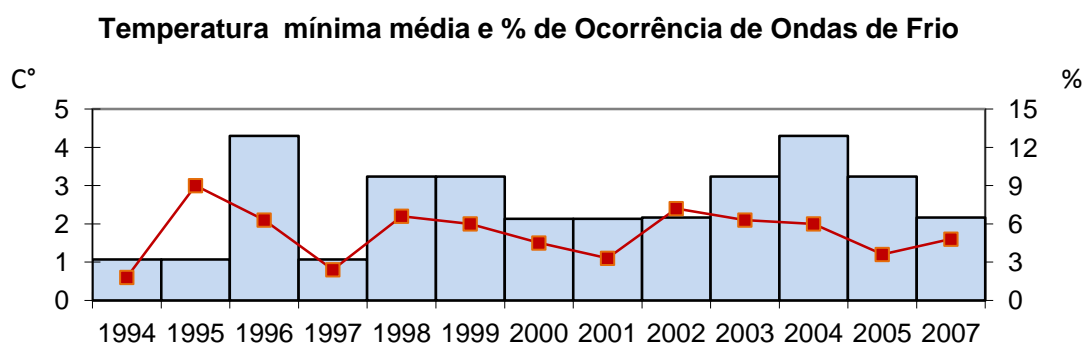


Fig 5.3.1 – Temperatura mínima e ocorrências de Ondas de frio no trimestre invernal

### 1.4.2.2 - Perspectiva Mensal

Numa perspectiva mensal, nomeadamente nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro, por serem os meses com maior probabilidade de ocorrência de ondas de frio, conclui-se que as ondas de frio registam uma temperatura mínima média de 2,2°C para o mês de Dezembro, 1,6°C para o mês de Janeiro e 1°C para o mês de Fevereiro.

Da serie observada depreende-se que cada onda de frio tem em média 8,2 dias de duração em Dezembro, em Janeiro 7,5 dias em média de duração e em Fevereiro 8,5 dias em média. O mês de Janeiro é o mês em que se regista uma maior propensão para a ocorrência de ondas de frio, onde 39% das ondas de frio foram registadas nesse mês, o mês de Dezembro com 36,4% é o segundo a registar uma maior propensão de ocorrência de ondas de frio. O mês de Fevereiro é o que regista menos propensão para a ocorrência de ondas de frio com apenas 24% de probabilidades.

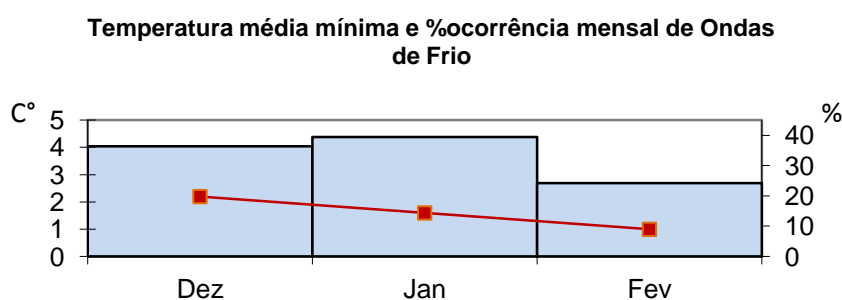


Fig 5.3.2 – Temperatura mínima e ocorrências de Ondas de frio nos meses inverniais

### 1.4.2.3 - Considerações sobre Ondas de Frio

De forma genérica, é possível considerar que o mês de Fevereiro é o mês onde as ondas de frio são mais intensas e com maior número de dias, não obstante, também, é o mês de menos propensão para a ocorrência de ondas de frio.

Se, se considerar o factor psicológico, Fevereiro é o mês, que pode causar mais impacte nos indivíduos. Como foi referido anteriormente, Fevereiro é o mês mais quente do período invernal, o que, pode provocar em cada indivíduo uma sensação de conforto e com isso, uma maior exposição, por se concluir que Fevereiro pode ser um mês de transição do inverno para a desejada primavera. Facto é que as temperaturas aumentam em Fevereiro, mas também é em Fevereiro que as ondas de frio podem ter um carácter mais severo.

O mês de Dezembro, porém, também causa algumas preocupações. É sem dúvida o mês em que o frio causado pela descida das temperaturas assume uma intensidade capaz de produzir efeitos negativos na vida e na saúde das populações. Essas preocupações resumem-se à falta de adaptação humana ao frio, pois o metabolismo



humano demora sempre algum tempo a adaptar-se a condições climáticas diferentes e após um Verão quente e seco, o metabolismo necessita de adaptar-se ao rigor do Inverno e em especial às primeiras ondas de frio. Outra das preocupações prende-se com a falta de cultura de Risco, que por condições climáticas de um Verão quente provoca nas populações, criando uma aparente sensação de protecção, levando na maioria dos casos à negligência da prevenção.

O mês de Janeiro, como o mês mais frio da época Invernal, possui a maior propensão de ocorrência de ondas de frio, mas também é o mês que revela maiores preocupações por parte dos indivíduos, por terem a perfeita consciência do rigor das temperaturas do mês de Janeiro.

### 1.4.3 - Ondas de Calor

O conhecimento das ondas de calor na região possibilita saber o comportamento da variável temperatura máxima, registada às 18h para o Verão. Onda de calor define-se como um aumento das temperaturas máximas, superior em 5°C ou mais em relação à média da temperatura máxima, num período nunca inferior a cinco dias, sendo que o Verão é a época, por excelência, para a ocorrência deste fenómeno.

A temperatura máxima registada tem uma média de 31,6° aquando de ondas de calor, com uma duração 7,6 dias em média e em cada época estival há uma ocorrência de 2 ondas de calor em média.

#### 1.4.3.1 - Perspectiva Temporal

Numa análise temporal da serie de dados observada na (*fig. 5.3.3*), note-se a ausência de quaisquer dados do ano de 2006 e o desfalque de alguns meses ou dias de outros anos, que poderão ter influência nos resultados obtidos. Assim, é possível verificar que o ano que registou uma média mais elevada de temperaturas máximas em onda de calor foi o ano de 1999, com 34,4°C. Importa ressaltar que os anos de 2003 e de 2005, por inúmeros trabalhos e mesmo pela análise feita à temperatura máxima, conclui-se que é possível que, estes dois anos, tenham tido temperaturas

máximas em ondas de calor superiores às de 1999, mas que por desfalque de dados referentes a esses anos, não foi possível verificar.

O ano que registou uma temperatura máxima média em onda de calor mais baixa foi o ano de 2004, onde a média registada foi de 29,3°C. O ano de 1998 foi o ano que registou uma média de número de dias de onda de calor mais elevado, durando cada onda de calor em média 12,5 dias. Os anos que registaram menor duração foram os anos de 2000, 2001 e 2008, onde apenas as ondas de calor registaram uma média de 5 dias, o mínimo de dias para se poder considerar onda de calor.

Os anos com maior número de ocorrências foram os anos de 1996 com 16,1%, 1998 com 12,9% e o ano de 2005 com 12,9% de ocorrências da serie de dados observados. Os anos com menores ocorrências foram os anos de 1994, 1999, 2001, 2002 e 2008 com 3,2% ocorrências cada um.

#### Temperatura máxima média e % de ocorrência de Ondas de Calor

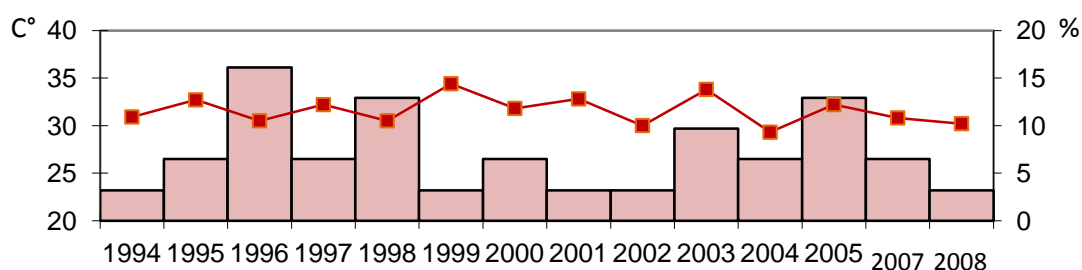


Fig 5.3.3 – Temperatura máxima e ocorrências de Ondas de Calor no trimestre estival

#### 1.4.3.2 - Perspectiva Mensal

Numa perspectiva mensal foram analisadas as incidências de ondas de calor para cada mês do período estival verificados na (*fig. 5.3.4*). Dessa forma, para cada mês determinou-se a média de temperatura máxima, duração e ocorrência de cada onda de calor. A média da temperatura máxima é de 29,4°C para o mês de Junho, 32°C para o mês de Julho e 32,4°C para o mês de Agosto. Cada onda de calor dura em média 9,3 dias em Junho, 6,5 dias em Julho e 11,1 dias em Agosto. O mês de Junho possui 25% de

ocorrências de ondas de calor, 46,4% em Julho e 26% de probabilidade de ocorrências no mês de Agosto.

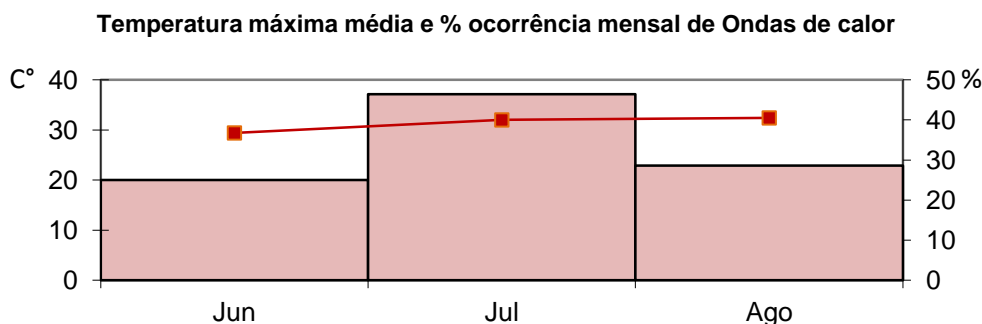


Fig 5.3.4 – Temperatura máxima e ocorrências de Ondas de Calor nos meses estivais

### 1.4.3.3 - Considerações sobre ondas de calor

As ondas de calor são fenómenos extremos, demasiado importantes para serem descorados. As ondas de calor têm potencialidades para provocar nos indivíduos complicações serias de saúde, nomeadamente problemas respiratórios e cardiovasculares.

De forma genérica conclui-se que, a media das temperaturas máximas em onda de calor oscilam entre 29,3°C e 34,4°C, e que, ocorrem 2,2 ondas de calor, em média, por trimestre estival. Também é possível ver que o mês de Agosto é o mês em que as ondas de calor são mais intensas, sendo também, o mês com menor propensão para a ocorrência de ondas de calor, mas quando ocorrem têm uma duração mais longa e com uma intensidade mais forte.

O mês de Julho é o mês que revela mais propensão para a ocorrência de ondas de Calor (46,4%), no entanto, a sua intensidade é inferior à de Agosto, mas o número de dias é, em Julho, que regista a sua menor duração com apenas 6,5 dias.

O mês de Junho é o mês que regista ondas de calor mais suaves. A sua intensidade máxima média é de 29,4°C, a sua duração média é de 9,3 dias e a sua propensão de ocorrerem é de 25%, sendo o mês que regista menor propensão de ocorrência de ondas de calor. Não obstante, também, é o mês de Junho que revela algumas características que não devem ser negligenciadas. O mês de Junho é o mês em que a radiação solar

culmina com o seu maior ângulo de incidência, querendo isto dizer que os raios solares atingem a sua verticalidade máxima, concentrando maior energia radiativa por metro quadrado. Querendo isto dizer que a radiação solar é intensa e que o metabolismo ainda não preparado para uma elevada exposição solar, podendo infligir lesões na pele devido aos UV (raios ultravioletas) e complicações metabólicas devido ao excesso de calor, em especial em caso de ondas de calor.

#### 1.4.4 - Noites tropicais

As noites tropicais representam as noites com temperaturas mínimas superiores a 20°C, sendo no Verão, pelas suas elevadas temperaturas, a época com a maior probabilidade deste tipo de fenómeno ocorrer. Esta situação pode provocar grande sensação de desconforto, o aumento da humidade, à noite, e as elevadas temperaturas, têm efeitos prejudiciais para as populações no aumento do stress térmico, acentuando, assim, o desconforto bioclimático de cada indivíduo.

##### 1.4.4.1 - Perspectiva Temporal

Procedendo-se à análise das noites tropicais observada na (*fig. 5.3.5*) para o período em análise, conclui-se que a temperatura mínima registada em noites de tropicais possui uma média de 22°C, e uma média de ocorrência de 3,8 noites tropicais por trimestre. Foi no ano de 2003 que a temperatura mínima atingiu o seu máximo, com uma média de 23,8°C. O ano de 1995 foi igualmente quente no que respeita a noites tropicais, com uma média de 23,5°C. Os anos de 1996, 2004 e 2008 foram os anos que registaram uma temperatura mínima menor, onde a temperatura mínima registada foi apenas de 21°C.

O ano que registou maior número de ocorrências foi o ano de 2003, com um total de 26% da serie observada, sendo também o ano que registou as temperaturas mínimas mais elevadas, tornando-o, assim, no ano de maior desconforto bioclimático. O ano de 1998 também quente, registou 17% das ocorrências da serie observada. Os anos de 1997, 1999, 2004 e 2008 registaram um número de ocorrência de noites tropicais inferior, registando 1,9% das ocorrências da serie observada, sendo também dos anos com menores temperaturas mínimas em noites tropicais.

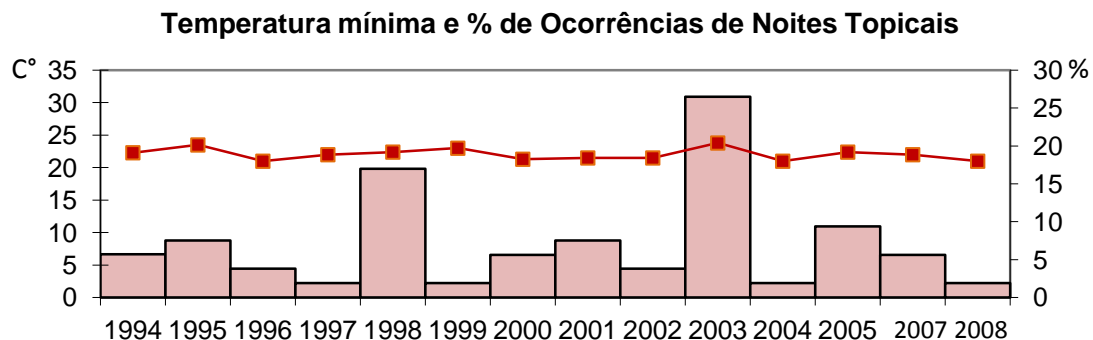


Fig 5.3.5 – Percentagem de dias com temperaturas acima de 20 C° no trimestre estival

#### 1.4.4.2 - Perspectiva Mensal

O mês de Agosto é o mês em que se regista uma temperatura mínima mais elevada em noites tropicais, a temperatura mínima média chega aos 22,8°C. Também é o mês que revela mais propensão para a ocorrência de noites tropicais, com 67,9% de probabilidade de ocorrência. O mês de Julho apresenta uma temperatura mínima de 22,5°C de média em noites tropicais, também, bastante elevada. A sua propensão para ocorrência de noites tropicais é bastante inferior à de Agosto, com apenas 11% de probabilidade de ocorrência. O mês de Junho é o mês com temperaturas mínimas médias em noites tropicais mais baixas, com 21,5°C de média e também é o mês de Junho que apresenta, no trimestre estival, uma menor propensão ao registo deste fenómeno, com apenas 6% da probabilidade de ocorrência.

Em suma, conclui-se que o mês de Agosto é, sem dúvida, o mês mais susceptível de registo deste fenómeno. Tanto pela frequência em que ocorre, mas também, pela temperatura mínima mais elevada em relação aos outros dois meses estavais como se verifica na (fig. 5.3.6).

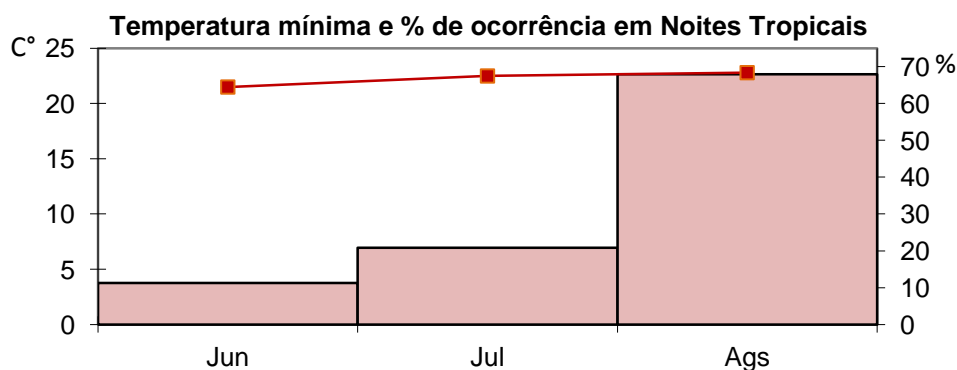


Fig 5.3.6 – Percentagem de dias com temperaturas e ocorrências acima de 20 C° nos meses estavais

## 2.1 - Humidade Relativa

### 2.1.1 - Considerações Preliminares

O estudo da humidade relativa e dos seus regimes revela particular interesse pela sua ocorrência, pela variabilidade anual e mensal, e pelos efeitos negativos que o aumento de humidade relativa pode acarretar para a saúde (N. GANHO, 1998), quando em combinação com os regimes da temperatura. Este facto tem capacidade, em momentos de interesse, como os fenómenos extremos, de causar efeitos negativos derivados do elevado desconforto bioclimático.

A humidade relativa foi analisada para o trimestre invernal (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), quer numa perspectiva mensal, quer numa perspectiva anual, para a hora que regista menor temperatura (06h) e para a que regista maior temperatura (18h). O mesmo foi feito para o trimestre estival (Junho, Julho e Agosto), podendo-se assim verificar as diferenças de humidade relativa registadas às mesmas horas mas em contextos climáticos diferentes (época invernal/época estival).

### 2.1.2 - Perspectiva Mensal Invernal

Numa perspectiva mensal observada na (*fig. 6.1*) pode-se concluir que a média da humidade relativa às 06h é mais elevada nos meses de Dezembro e Janeiro, onde atinge uma média de 88%, em Fevereiro a média baixa um pouco para os 84%. Para as 18h a média da humidade relativa é mais elevada para o mês de Dezembro, 86% de média, havendo uma variação média diária de 2%. O mês de Janeiro regista 82% de humidade relativa média, tendo uma variação diária de 6%. Esta diminuição da humidade relativa em Janeiro, quando o mês de Janeiro é o que regista menores temperaturas, só pode estar directamente relacionada, com o aumento de circulações de nordeste, frias e secas oriundas do centro da Europa. O mês de Fevereiro é aquele que apresenta uma menor média de humidade relativa, no trimestre invernal, registando 74% de média, possui uma variação diária de 10%. Este facto é explicado pelo aumento da temperatura máxima que, em Fevereiro, regista um forte aumento,

sendo que, também em Fevereiro as amplitudes térmicas diárias são bastante marcadas.

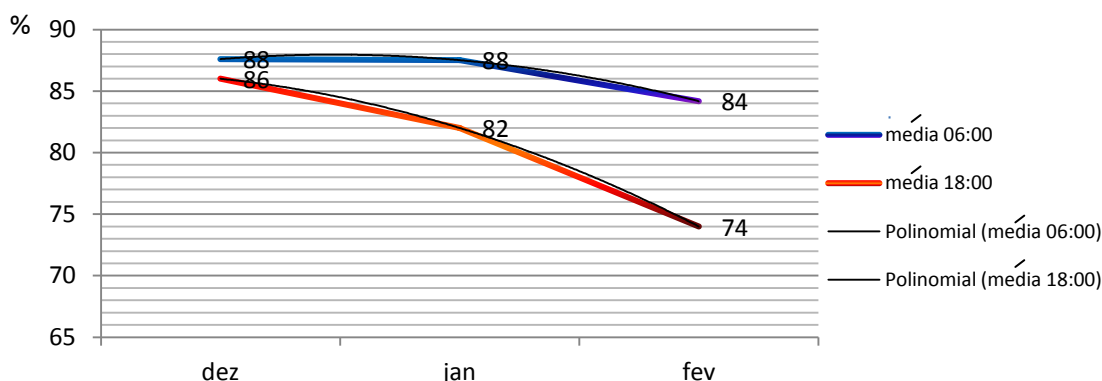


Fig 6.1 – Humidade Relativa média mensal invernal

### 2.1.3 - Perspectiva Temporal Invernal

O trimestre invernal, numa perspectiva temporal (anual) observada na (fig. 6.2) apresenta uma tendência decrescente. Nas duas horas analisadas, a média da humidade relativa para as (06h) é de 87% em média, e, para as (18h) é de 81% em média. A variabilidade da humidade relativa, durante a sequencia de tempo analisado, para as (06h), atingiu o seu máximo no ano de 1997, onde a média registada foi de 92%, mais 1% que o ano anterior (1996). A humidade relativa média atingiu o seu mínimo no ano de 2005, com 81% de média. Para as (18h) é possível verificar que os anos que registaram uma maior humidade relativa foram os de 1994 e 1997, com 86% de média. Os anos em que a humidade relativa apresentou uma menor média, foram os anos de 2005, com 70% de média, 1999, com 77% de média e 2001 com 78% de média.

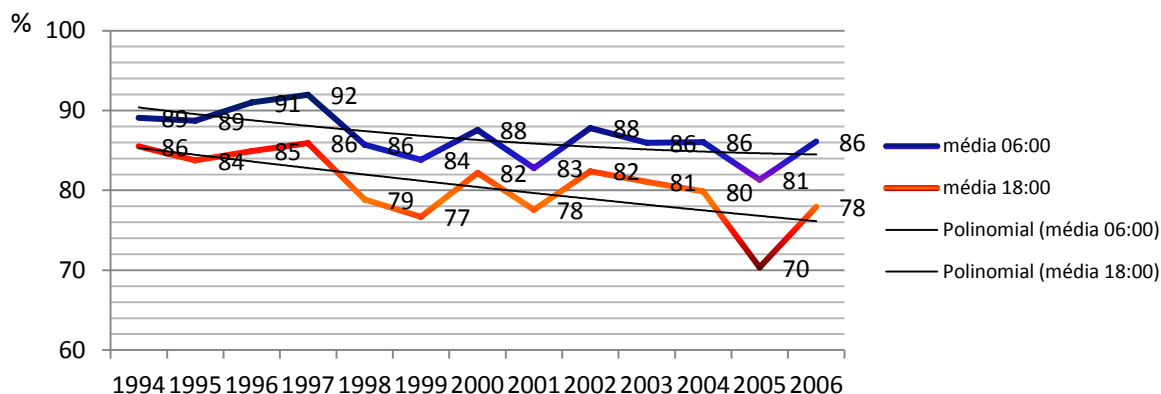


Fig 6.2 – Humidade Relativa média trimestral invernal

### 2.2.1 - Perspectiva Mensal Estival

Numa perspectiva mensal observada na (fig. 6.3) conclui-se que o mês de Julho é o mês que regista uma humidade relativa mais elevada às (06h), de 81,7% em média. Por antagonismo, também é o mês que regista uma humidade relativa às (18h) mais baixa. Com uma média de 58%, facto explicado pela forte insolação e pela verticalidade da radiação, que em Julho aquece com maior eficácia a superfície da Terra. O mês de Junho regista uma humidade relativa, às (06h), de 81,4% em média, menos 0,3% que em Julho. Às (18h) a humidade relativa registada é de 61,3%, assim, é notório que o aquecimento nocturno das temperaturas mínimas e o aquecimento diurno das temperaturas máximas, diminuem a humidade relativa na atmosfera, quando no mês de Agosto se apresenta uma humidade relativa média mais baixa às (06h), onde se regista uma média de 79,8%, facto de, neste mês, se registar a temperatura mínima mais elevada de todo o trimestre estival. A humidade relativa do mês de Agosto, às (18h), regista uma média ligeiramente superior à de Julho (0,2% a mais), dessa forma, a humidade relativa média é de 58,2%.

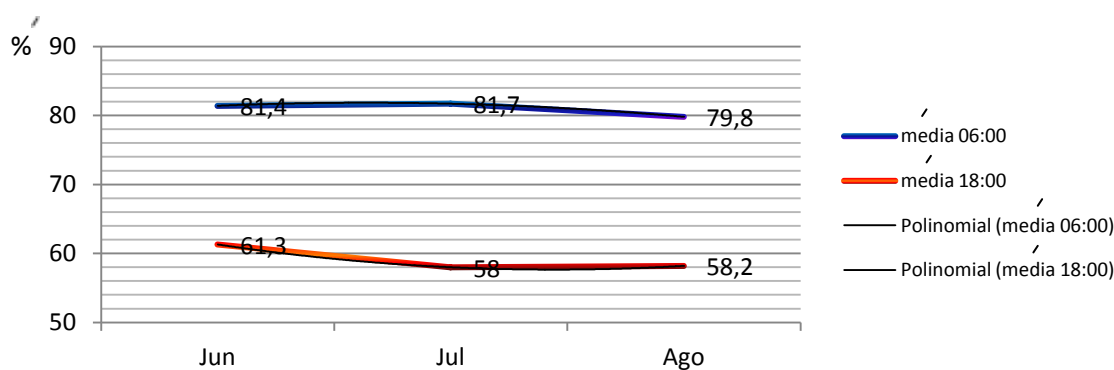


Fig 6.3 – Humidade Relativa média mensal estival

### 2.2.2 - Perspectiva Temporal Estival

O trimestre estival, numa perspectiva temporal observada na (fig. 6.4), regista uma média de 89% de humidade relativa às (06h) e uma média de 66% à hora mais quente, (18h). A tendência da humidade relativa nas duas, revela uma estabilização, tendo uma diminuição muito ligeira até à primeira metade da serie de dados analisados, para depois, na segunda metade, recuperar e estabilizar. Também se pode verificar um acompanhamento das duas variáveis nas suas variações, ou seja, genericamente é



possível verificar que o aumento ou a diminuição da humidade relativa às (06h) é acompanhada por uma diminuição, em simultâneo, da humidade relativa às (18h), na sua variação inter-diurna. A humidade relativa no trimestre estival tem uma variação inter-anual significativa. É possível identificar o ano de 1997 como o ano mais húmido, com 69% de humidade relativa média às (18h). A humidade máxima registou-se no ano de 2008 às (06h), com 89% de humidade relativa média. O ano de 2005, o mais quente da serie de dados, foi o ano com menor humidade relativa, tanto às (06h) como às (18h), sendo que, a humidade relativa registou uma média de 71% e 44%, respectivamente.

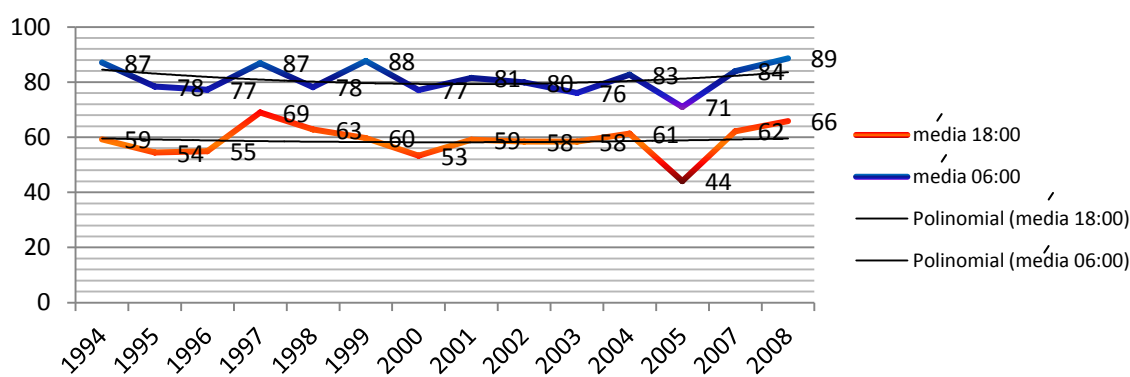


Fig 6.4 – Humidade Relativa média mensal estival

## 3.1- Precipitação

### 3.1.1 - Considerações Preliminares

A precipitação no Clima Mediterrâneo (CSa) tem um regime sazonal bem definido. No período invernal a pluviosidade é mais abundante do que no período estival, correspondendo o Inverno à época húmida e o Verão à época seca. Importa, assim, saber a variação intra-anual e inter-anual, podendo dessa forma, analisar as frequências da precipitação e caracterizar a intensidade, os quantitativos e a duração média. Esta é matéria de relevância assinalável, os fenómenos de precipitação extrema têm impactes nas áreas urbanas, muito pela falta de resposta dos solos excessivamente impermeabilizados, originando inundações rápidas (*Flash Floods*).

A análise da precipitação foi elaborada para os meses do período invernal e para os meses do período estival. Essa análise resulta das medições feitas, de 6 em 6 horas, pela estação meteorológica de Viseu.

### 3.2.1 - Período Invernal

O mês mais chuvoso como se observa na (*fig. 7.1*) é o mês de Dezembro, com uma média de precipitação de 182mm. Também foi no mês de Dezembro que se registou os maiores quantitativos pluviométricos num só mês, exactamente no mês de Dezembro de 2000 em que se verificou um total máximo de 542,3mm. O mês de Janeiro é o segundo mês mais chuvosos do trimestre invernal. Possuindo uma média de 177,9mm, também foi no mês de Janeiro que se registou o segundo maior quantitativo total de precipitação num só mês. No ano de 2001 o mês de Janeiro teve um total de 457,4mm, ano e mês em que ocorreram as últimas grandes inundações do baixo Mondego. O mês de Fevereiro é o mês do trimestre em que se regista menor precipitação, tendo uma média de 85,2mm.

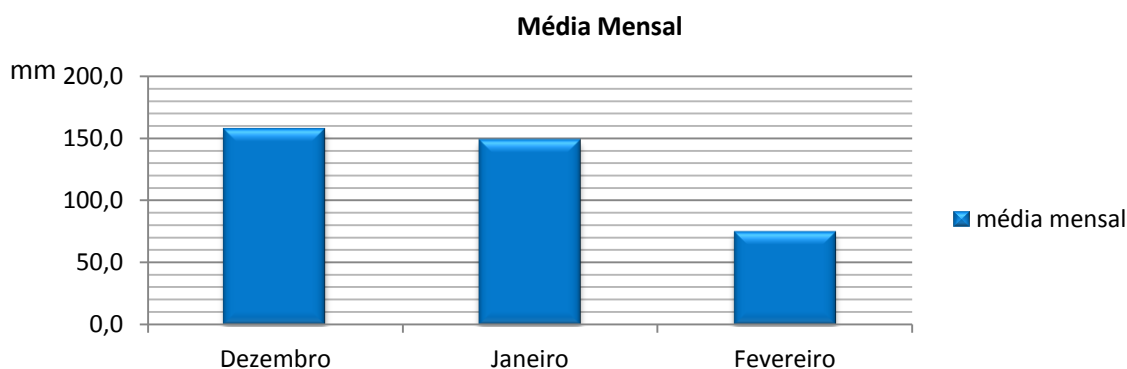


Fig 7.1 Precipitação média mensal invernal

Para a época invernal foi calculada a quantidade média de precipitação para os trimestres de cada ano, podendo ser observada na (*fig. 7.2*), desde 1994 a 2006. Assim, conclui-se que a precipitação média do trimestre invernal é de 383,8mm. Nesta serie pode-se observar que a precipitação máxima média ocorreu no ano de 2000, onde os quantitativos pluviométricos médios atingiram os 275,2mm, sendo que, no

ano de 1995, os quantitativos médios trimestrais foram igualmente elevados, atingindo 272,6mm de média.

Por ausência de alguns valores, os meses em que se registou uma média mais baixa de precipitação poderão ter sido influenciados negativamente por essa mesma ausência. Assim, os anos de 1999, com 31,5mm (este quase completo na sua totalidade, faltando apenas 15 dias do mês de Dezembro), o ano 2006, com 44,8mm e o ano de 2005 com 59,9mm (este completo na sua totalidade), são os trimestres inverniais dos meses menos pluviosos da serie aqui analisada.

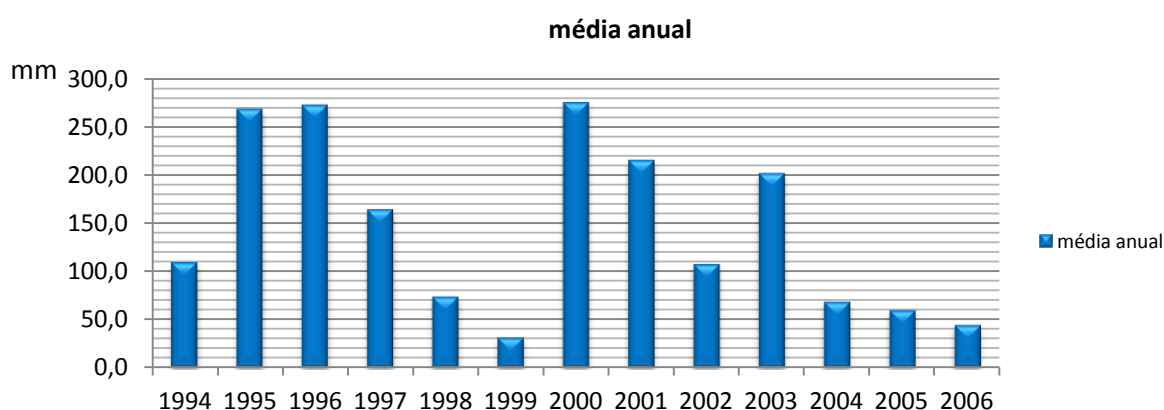


Fig 7.2 – Precipitação média trimestral invernal

### 3.2.2 - Período Estival

O período estival resulta na diminuição da precipitação. Numa perspectiva mensal, verifica-se na (fig. 7.3) que o mês menos pluvioso é o mês de Julho, com uma média de 20,4mm, o mês de Agosto regista uma precipitação média de 27,7mm e o mês de Junho regista uma precipitação média de 28,8mm. A variação da pluviosidade no trimestre estival não é significativa, sendo esta uma época do ano de secura e de quase ausência de precipitação.

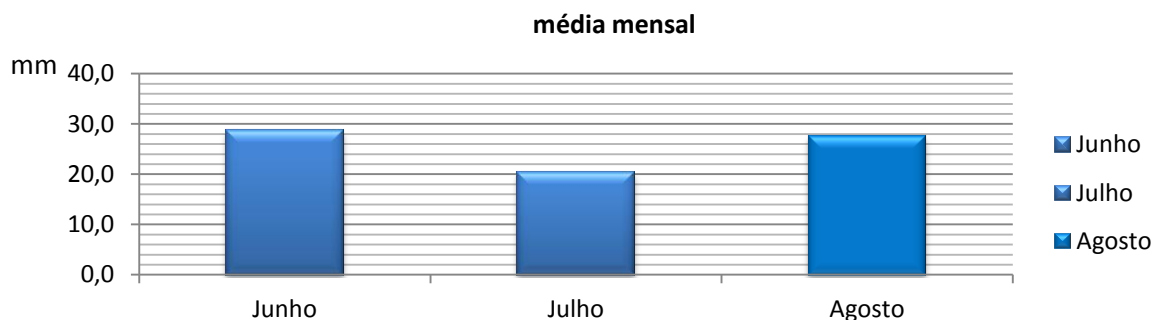


Fig 7.3 – Precipitação média mensal estival

A média trimestral da serie de dados analisados e observáveis na (fig. 7.4) é de 71,3mm para os anos compreendidos entre 1994 e 2008. Numa análise inter-anual verifica-se que o ano mais pluvioso foi o ano de 1997, onde os quantitativos pluviométricos médios atingiram os 67mm. Os anos de 2004 e 2007 registaram igualmente precipitações elevadas para época do ano, com 60,2mm e 53,5mm de precipitação média respectivamente. Os anos de 1996 (4,5mm), 1995 (9,6mm), 1994 (9,7mm) e o ano de 2005 (9,8mm), este com prejuízo da floresta pelos grandes incêndios, foram os anos que registaram quantitativos médios trimestrais mais baixos da serie em análise. Os episódios extraordinários de precipitação intensa e concentrada nesta época do ano, têm como consequência inundações rápidas, em particular em espaços urbanos. Em anos de ausência de precipitação os longos períodos de seca são Riscos a considerar.

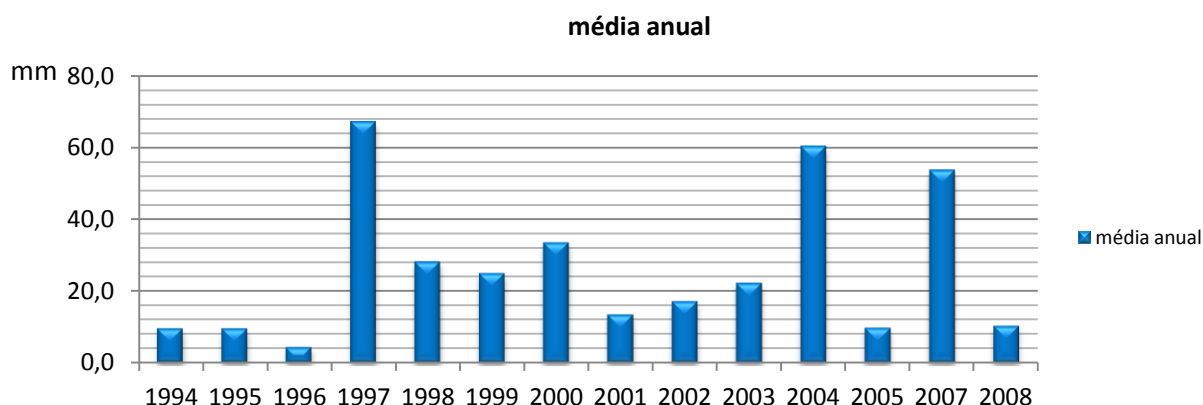


Fig 7.4 – Precipitação média trimestral estival

## 4.1 - Velocidade e Rumo do Vento

### 4.1.1 - Considerações preliminares

No período compreendido entre 10-02-1995 e 31-01-2006 às (06h) no trimestre invernal e, entre 01-06-1994 e 31-08-2008 às (18h) no trimestre estival, calculou-se a frequência do rumo e a velocidade média do vento. Torna-se imperativo conhecer o regime e a frequência do vento, não só trimestral, mas também mensalmente e sob condições atmosféricas diferenciadas. As condições sinópticas influenciam enormemente o rumo e a velocidade do vento, atribuindo-lhe características peculiares tanto na constituição das massas de ar como na sua proveniência.

Uma política de planeamento urbano saudável, forçosamente, contemplará uma melhor ventilação das áreas urbanas, permitindo-se dessa forma, diminuir a concentração vertical e horizontal dos poluentes, dando oportunidade às áreas urbanas de terem ar mais puro no seu interior e com isso diminuir os efeitos da ilha de calor e do desconforto bioclimático no Verão. O estudo dos ventos dominantes resume-se, no planeamento urbano, à escolha da direcção das ruas que favorecem a ventilação urbana, à definição de áreas abrigadas, do impacte bioclimático (*Wind Chill*) e na fundamental localização de equipamentos, que pelas suas características (emissoras de poluentes) sejam susceptíveis de causar danos na saúde das populações.

### 4.2.1 - Trimestre Invernal

O vento, no trimestre invernal, revelou-se extremamente importante para o planeamento urbano. É normalmente um vento frio, onde ondas de frio são frequentes. O rumo desse vento seco e frio como se verifica na (*fig. 8.1*) assume uma orientação de Nordeste, sendo o vento dominante no trimestre invernal. A velocidade média do vento neste trimestre é de 8,7km/h e a mediana de 8km/h. A rajada máxima registada na serie de dados observados foi de 32km/h.

A orientação do vento no trimestre invernal revela uma predominância de nordeste, como já foi referido, atestada pela sua frequência de 39,3%. 9,2% da frequência do rumo do vento tem uma direcção Norte. A frequência do rumo do vento de origem dos

quadrantes Sul e Sudoeste são de 19,3%, sendo este de origem marítima e estando associado a perturbações frontais originárias de depressões ao largo do Atlântico.

#### 4.2.1.1 - Mês de Dezembro

A velocidade média do vento no mês de Dezembro é de 9,1km/h e a velocidade máxima registada foi de 31km/h. A predominância do vento como se observa na (*fig. 8.2*) é maioritariamente de Nordeste, com 39% das observações. 7,1% das observações verificadas representam o rumo de Norte, 20,2% do rumo do vento assumem uma orientação de Sudoeste, estando associados a perturbações frontais, sendo estes os rumos mais expressivos no mês de Dezembro.

#### 4.2.1.2 - Mês de Janeiro

A velocidade média do vento no mês de Janeiro é de 8,4km/h e a velocidade máxima registada foi de 30km/h. A predominância do rumo do vento observada na (*fig. 8.3*) é maioritariamente de Nordeste, com 38,6% das observações, 10,1% das observações verificadas provêm do quadrante Norte, mais 3% do que no mês anterior. As circulações de Sudoeste verificadas nesta serie representam 18,7%, menos 1,5% que em Dezembro. As outras orientações não têm expressão cumulativa significativa.

#### 4.2.1.3 - Mês de Fevereiro

A velocidade média do vento no mês de Fevereiro é de 9,7km/h e a velocidade máxima registada neste mês foi de 32km/h. A predominância do vento observada na (*fig. 8.4*), neste mês, é maioritariamente de Nordeste, com 45,1%, um claro aumento das circulações de Nordeste. 9,7% das observações verificadas provêm do quadrante Norte, sendo este valor inferior ao do mês de Janeiro. As circulações de sudoeste são de 13,5%, menos 5,2%, que no mês de Janeiro.

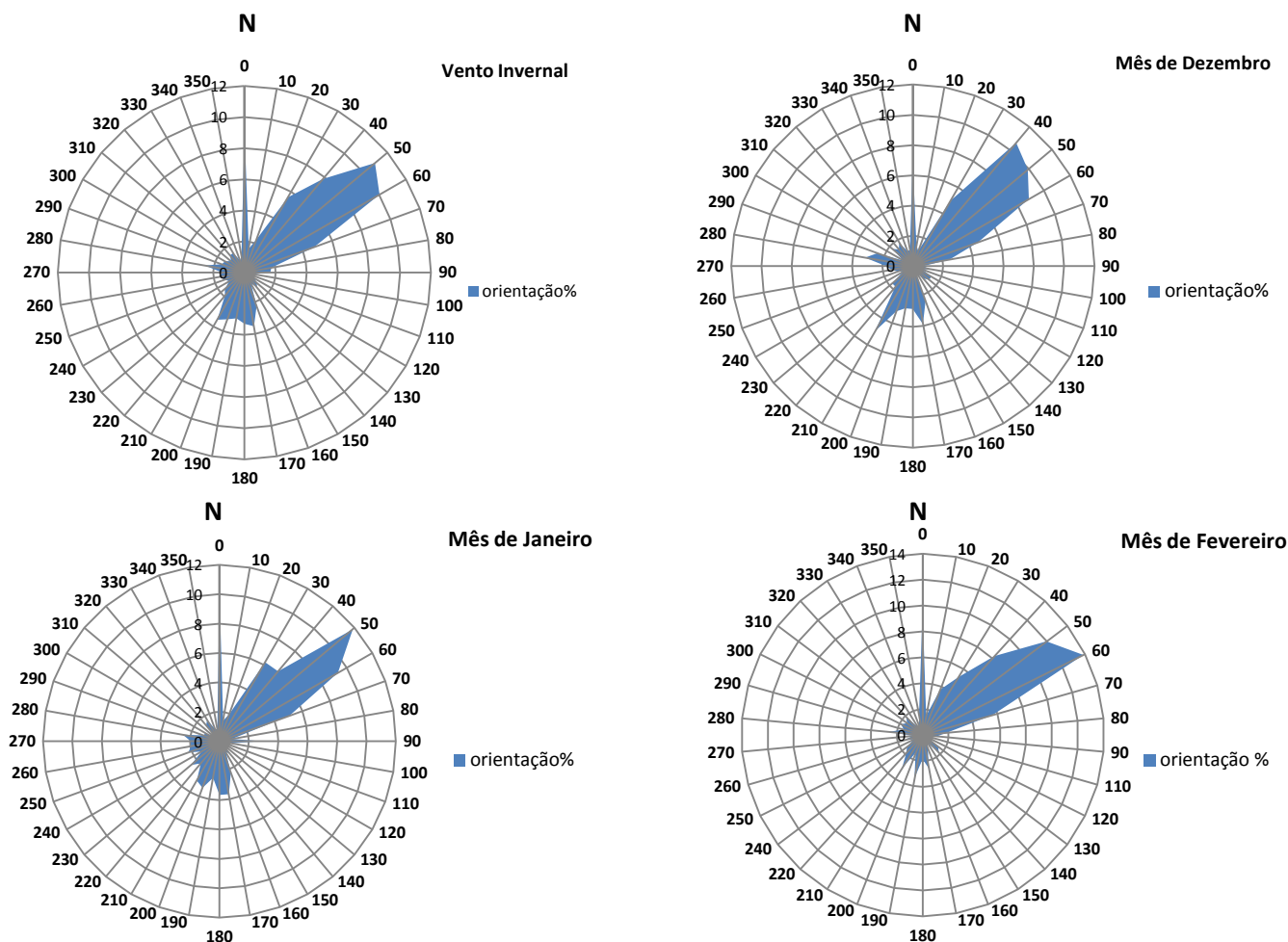


Fig 8.1; 8.2; 8.3; 8.4 – Rumos predominantes do vento no trimestre; em Dezembro; Janeiro e Fevereiro

#### 4.2.2 - Trimestre Invernal com e sem Ocorrência de Precipitação

A compreensão dos fenómenos climáticos resulta, também, numa primeira fase, da auscultação das pessoas, das tradições e dos costumes das gentes, que ao longo de gerações foram sendo transmitidos. Na aldeia de Cubos (Mangualde), há uma expressão intrigante “quando se houve o comboio, é sinal que a chuva está para chegar...” Este saber popular foi o ponto de partida para se fazer prova desse acontecimento. Nesse sentido, procedeu-se à análise da orientação do vento em dias em que ocorreu precipitação e para os dias em que não foi registada ocorrência de precipitação. Assim, verificou-se que a direcção do vento, em dias pluviosos, assume uma orientação de Sudoeste muito significativa. Possuindo uma velocidade média de 8,4km/h e uma velocidade máxima de 30km/h, a orientação do vento regista uma predominância de 53,4% de Sul e Sudoeste como se observa na (fig. 8.5). A restante

precipitação distribui-se essencialmente por Oeste e Noroeste. O facto da aldeia de Cubos se encontrar numa localização a Norte da Linha da Beira Alta e esta ter uma direcção Sudoeste/Nordeste e mais de metade das circulações pluviosas serem de Sudoeste e Sul, faz com que o som se propague de acordo com a direcção predominante do vento no trimestre invernal (de Sul ou Sudoeste para Norte ou Nordeste).

A velocidade média da deslocação do vento é de 8,8km/h e a velocidade máxima registada é de 32km/h para o vento sem ocorrência de precipitação. As características deste vento retratam-no como um vento frio e rigoroso, de origem anticiclónica, que atravessa o centro da Europa e atinge Portugal com elevada secura, muitas vezes com carácter polar, estando na origem de muitas ondas de frio que assolam o país nesta época do ano. A maioria das orientações do vento no trimestre invernal como é observável na (fig. 8.5), sem ocorrência de precipitação, é de Nordeste. Contudo, é possível verificar que no vento trimestral invernal sem precipitação, a frequência do rumo do vento é quase idêntica à do total do trimestre, mas no entanto, como seria de esperar, as circulações de Nordeste têm um peso mais significativo, com 53,6% do rumo do vento sem ocorrência de precipitação. Ao passo que, 10,2% do rumo do vento tem uma orientação Norte. As outras direcções que o rumo do vento toma, não são significativas.

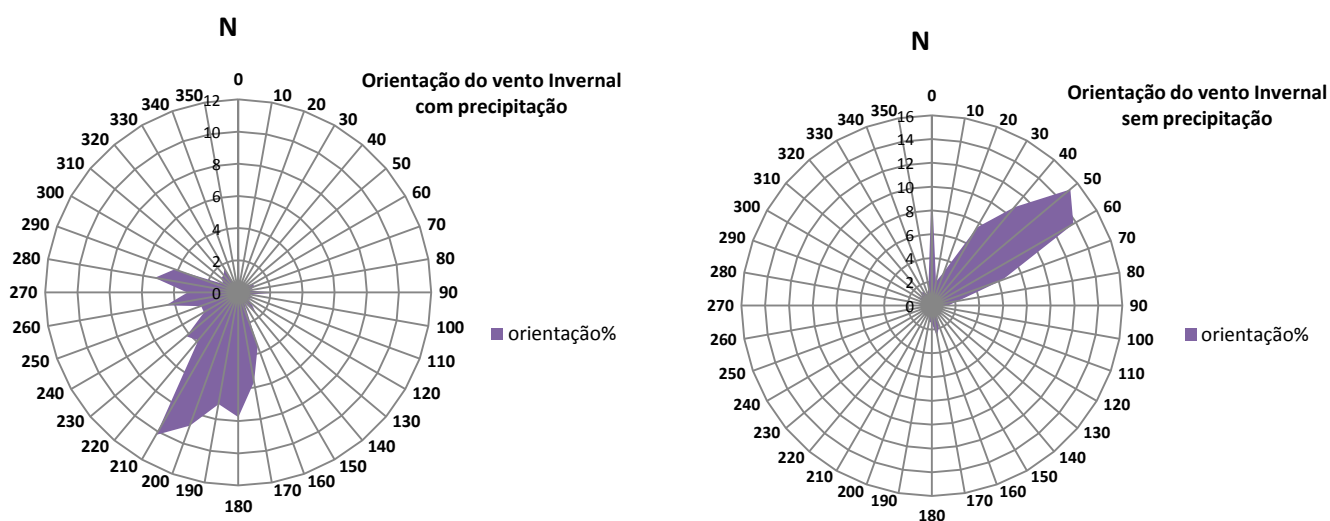


Fig 8.5 e 8.6 – Rumos predominantes do vento no trimestre invernal com ocorrência de precipitação e sem a ocorrência da mesma



### 4.3.1 - Trimestre estival

A análise do vento no trimestre estival é imperativa para o planeamento urbano, visto que é no período estival que se atingem as temperaturas mais altas e uma intensificação do stress térmico através da ilha de calor urbana. Associado a um bom planeamento, o vento poderá funcionar como um importante elemento climático para o arrefecimento das áreas urbanas e para a sua mais do que necessária ventilação e remoção dos poluentes atmosféricos.

No período estival o vento caracteriza-se por ser maioritariamente de origem anticiclónica. Nomeadamente pela intensificação do Anticiclone Atlântico Misto, que incute não só um ligeiro sintoma de Nortada no interior do País, como tem uma expressão marcada de Nortada na região de Mangualde.

O vento no trimestre estival tem uma velocidade média de 8,6km/h e a mediana de 8km/h. A velocidade máxima do vento registada na serie de dados observados foi de 20km/h. A orientação do rumo do vento no trimestre estival observada na (*fig. 8.7*) revela uma predominância de Noroeste, onde as observações da frequência do rumo do vento são de 72,3%, deixando o rumo do vento das outras direcções muito pouco significativo.

#### 4.3.1.1 - Mês de Junho

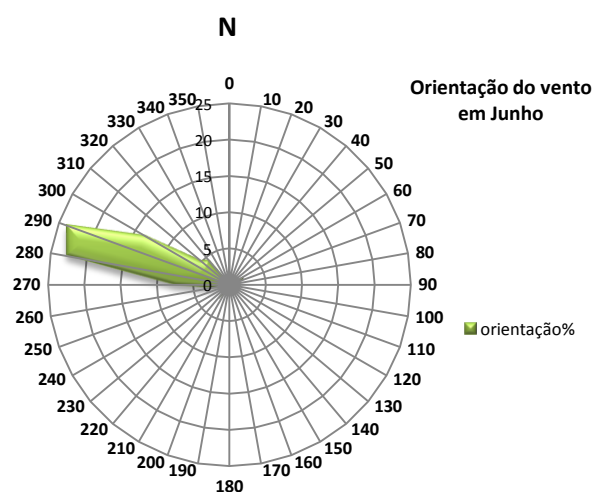
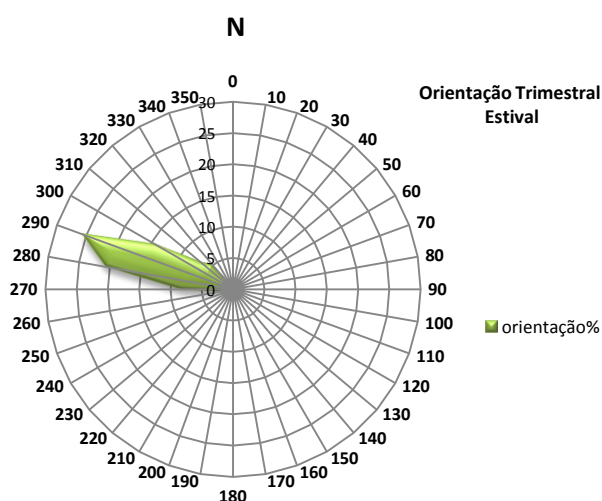
O mês de Junho possui uma velocidade média de 8,5km/h e a velocidade máxima registada foi de 20km/h. A predominância do rumo do vento observada na (*fig. 8.8*) é maioritariamente de Noroeste, com 60% das observações. 9,7% das observações das frequências do rumo do vento são de Oeste, sendo que as outras frequências têm uma distribuição variável e cumulativamente pouco significante. O mês de Junho é o mês onde a temperatura tem um aumento significativo, e onde a orientação dos fluxos pode ter um impacte positivo na saúde e no conforto bioclimático.

### 4.3.1.2 - Mês de Julho

A velocidade média do vento no mês de Julho é de 8,6km/h, ligeiramente superior à de Junho. A velocidade máxima registada foi de 16km/h, inferior à de Junho em 4km/h. A predominância do rumo do vento observada na (fig. 8.9) é maioritariamente de Noroeste, onde as frequências observadas na serie de dados são de 69%. Para o rumo Oeste as frequências do vento são de 12,7%. As outras direcções do rumo do vento não têm representatividade cumulativa. Assim, em Julho denota-se a intensificação da orientação do vento de Nordeste e de Oeste, diminuindo, assim, os possíveis episódios de precipitação que, com a progressão da época estival vão diminuindo.

### 4.3.1.3 - Mês de Agosto

A velocidade média do vento no mês de Agosto é de 8,6km/h e a velocidade máxima regista foi de 17km/h, 1km/h a mais que o mês anterior, sendo que a velocidade média se mantém igual. A predominância do rumo do vento observada na (fig. 9.1) é maioritariamente de Noroeste, com 77,2% das frequências registadas. O incremento das circulações de Noroeste é ainda mais acentuado em Agosto e a circulação de Oeste diminui, passando para 7,8% das observações efectuadas.



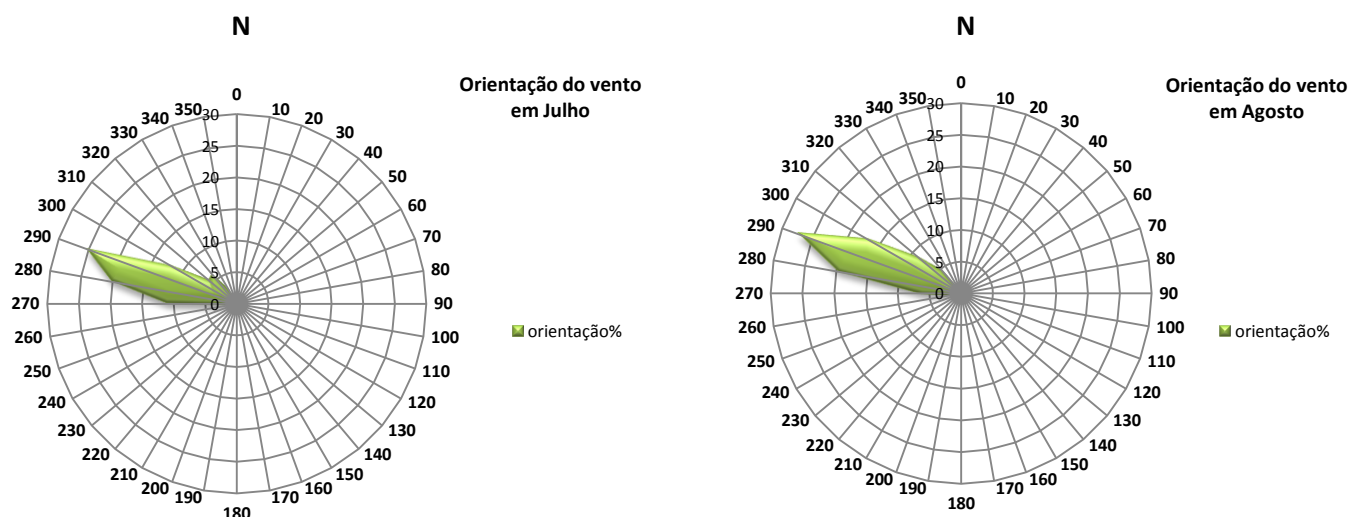


Fig 8.7; 8.8; 8.9; 9.1– Rumos predominantes do vento no trimestre estival; em Junho, Julho e Agosto

### 4.3.2 - Trimestre Estival com e sem ocorrência de Precipitação

Os dias estivais com ocorrência de precipitação são escassos, porem, há episódios de precipitação, algumas vezes concentrada e muito localizada. A velocidade média no trimestre, aquando do registo de pluviosidade, é de 7,8km/h e a velocidade máxima registada na serie observada é de 17km/h. A direcção do rumo do vento resume-se a duas orientações observáveis na (*fig. 9.2*). A que regista maior frequência é de 48,5% de Oeste, sendo a predominante em dias de precipitação neste trimestre. A outra direcção com significado é a de Sudoeste, que regista 14,1% dos dias observados com ocorrência de precipitação.

Como já foi referido anteriormente, a ausência de precipitação no período estival, promove um rumo marcadamente de Noroeste. Numa análise estival, sem ocorrência de pluviosidade, torna ainda mais significativa a orientação de Noroeste como se observa na (*fig. 9.2*), onde 62% dos dias observados na serie de dados não registam qualquer precipitação. No entanto, os restantes dias não têm significado cumulativo da sua frequência. A velocidade média de vento no trimestre estival, sem ocorrência de precipitação, é de 8,7km/h, e a velocidade máxima registada na serie observada é de 20km/h, tornando o Verão mais suportável com a influência, à distância, do Atlântico.

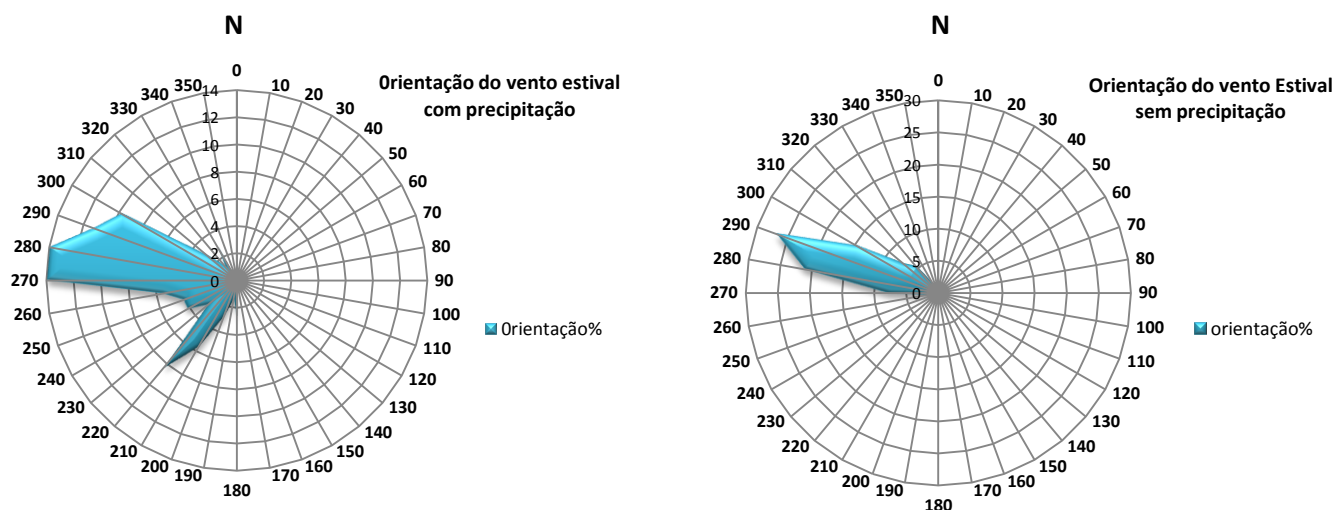


Fig. 9.2 e 9.3 – Rumos predominantes do vento no trimestre estival com precipitação e sem a mesma

## 4.4 - Análise da Correlação

### 4.4.1 - Considerações Preliminares

A explicação da associação das variáveis, quanto à sua intensidade e direcção, na explicação do clima regional, faz-se através das variáveis retiradas dos boletins meteorológicos referentes à estação meteorológica de Viseu, como a nebulosidade (N), velocidade do Vento (FF), Temperatura Média (TT), Humidade Relativa (U), Precipitação (RRR) e Temperatura Mínima (Tm) para o Inverno e Temperatura Máxima (TM) para o Verão. Utilizando o *coeficiente de correlação de Pearson*, tentou-se demonstrar que as variáveis consideradas desenvolvem relações entre si, e que dessas relações resulta o estado de tempo.

### 4.4.2 - Época Invernal

A análise invernal das variáveis permitiu criar associações entre elas, que exprimem a relação estabelecida e os seus comportamentos. A tabela de dupla entrada (contingência) conclui, pelos seus resultados, que as variáveis apresentam associações, positivas e negativas, e a intensidade da sua relação não tem uma magnitude muito elevada. Assim, observa-se na (*tabela 4*) a associação linear estabelecida entre as variáveis Tm e TT, são as que possuem uma maior intensidade quanto a sua relação, pois quanto maior for a Tm maior será a TT. Outra forte associação linear é entre as variáveis U e N, isto significa que quanto maior for a nebulosidade maior será a

humidade relativa, normalmente estas estão associadas a perturbações frontais e ao consequente aumento da humidade, por incremento, no interior do país, de massas de ar húmidas do Atlântico. Importa também salientar a associação entre TT e N, onde a intensidade da associação é de  $r=0,417$ , facto este que representa o aumento da temperatura média com o aumento da nebulosidade. Na (Tm) a associação linear com a nebulosidade é muito semelhante ( $r=0,402$ ), ficando assim patente que a nebulosidade aumenta significativamente a temperatura mínima, influenciando, consequentemente, a temperatura média. Esta influência deve-se ao aumento da contra-irradiação, que em caso de forte nebulosidade se verifica. Também se registaram associações lineares negativas, nomeadamente entre (Tm) e (FF), onde o  $r=-0,153$ . Assim a diminuição da temperatura mínima tem como consequência o aumento do vento, como referimos as temperaturas mais baixas são atingidas com circulações de Nordeste, e que associadas ao vento forte podem potenciar danos na saúde das populações. A (U) e a (FF) possuem a associação linear com maior intensidade negativa, com  $r=-0,223$ , ou seja, o aumento da velocidade do vento destrói a estratificação térmica estável da atmosfera, atenuando os contrastes térmicos, tendo como efeito a diminuição da humidade relativa.

Tabela 4 Quadro 4 – Tabela de continência referente á época invernal

		N	FF	TT	U	RRR	Tm
N	r	1	-0,189	0,417	0,578	0,361	0,402
	Significância		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	743	743	743	741	742	742
FF	r	-0,189	1	-0,147	-0,223	0,134	-0,153
	Significância	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	743	991	991	987	990	990
TT	r	0,417	-0,147	1	0,224	0,253	0,969
	Significância	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	743	991	991	987	990	990
U	r	0,578	-0,223	0,224	1	0,274	0,238
	Significância	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	741	987	987	987	986	0,987
RRR	r	0,361	0,134	0,253	0,274	1	0,234
	Significância	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	742	990	990	986	990	989
Tm	r	0,402	-0,153	0,969	0,238	0,234	1
	Significância	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	742	990	990	987	989	990

Tabela 4 - Coeficientes de correlação invernaes

## 4.4.3 - Época Estival

A análise estival das variáveis permitiu criar associações lineares, que traduzem o comportamento das relações estabelecidas pelas variáveis. Através da tabela de duas entradas verifica-se que as variáveis (TM) e (TT), são as que possuem uma maior associação, estando irrefutavelmente associada uma à outra ( $r=0,916$ ). Quanto maior fora a temperatura máxima mais será inflacionada a temperatura média, logo, há uma subida da TT com o aumento da TM. Outra associação linear positiva é entre (N) e (U), com  $r=0,519$ . Pelos mesmos motivos explicados anteriormente, o aumento da nebulosidade depende das circulações perturbadas, e com isso há um maior incremento de massas de ar húmidas, fazendo com que a humidade aumente. Também a diminuição da temperatura máxima por efeito da nebulosidade, resulta num aumento inversamente proporcional da humidade relativa em relação à temperatura. Este facto explica-se também pela forte associação linear negativa que a temperatura média (TT) e a temperatura máxima (TM) revelam na relação estabelecida entre elas e a (U). A relação estabelecida entre estas variáveis é significativa ( $r=-0,793$ ), entre (TT) e (U), e ( $r=-0,642$ ), entre (TM) e (U). Em suma, a humidade relativa varia na razão inversa da temperatura, sendo este um factor de conforto bioclimático.

Tabela 5 Quadro 5 – Tabela de continência referente à época estival

		N	FF	TT	U	RRR	TM
N	r	1	-0,055	-0,495	0,519	0,280	-0,401
	Significância		0,081	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	988	988	988	988	988	988
FF	r	-0,055	1	-0,140	0,036	-0,024	-0,059
	Significância	0,081		0,000	0,241	0,450	0,056
	N	988	1035	1035	1035	1035	1035
TT	r	-0,495	-0,140	1	-0,793	-0,261	0,916
	Significância	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	988	1035	1035	1035	1035	1035
U	r	0,519	0,036	-0,793	1	0,341	-0,642
	Significância	0,000	0,241	0,000		0,000	0,000
	N	988	1035	1035	1035	1035	1035
RRR	r	0,280	-0,024	-0,261	0,341	1	-0,246
	Significância	0,000	0,450	0,000	0,000		0,000
	N	988	1035	1035	1035	1035	1035
TM	r	-0,401	-0,059	0,916	-0,642	-0,246	1
	Significância	0,000	0,056	0,000	0,000	0,000	
	N	988	1035	1035	1035	1035	1035

Tabela 5 - Coeficientes de correlação invernais

## CAPÍTULO IV - Contrastes Topoclimáticos

### 1.1 - Considerações Preliminares

Este capítulo é o assumir da verdadeira identidade que reveste este trabalho. Entra-se, pois, no domínio da climatologia urbana e da climatologia local. É o capítulo onde a análise, ainda que estiola, da realidade a desvendar, assume carácter imprescindível na definição dos contrastes termohigrométricos, a uma escala de grande pormenor. O protagonismo principal das variáveis temperatura, humidade relativa e vento, na conjugação com os factores climáticos altitude, exposição das vertentes, declives, malha urbana, uso do solo e topografia, resulta numa mistura de contrastes que, na submersão da realidade são difíceis de decifrar.

A ilha de calor como resultado destes contrastes, entre os núcleos urbanos e a sua envolvência, permite sustentar toda a base das diferenças térmicas e das suas influências à escala topoclimática. Esta foi sempre realizada numa perspectiva nocturna, aquando dos seus contrastes mais exacerbados, não pelo aquecimento diferencial, mas principalmente, pelo arrefecimento heterogéneo da superfície.

### 1.2 - Metodologia

Na realização deste estudo, e pela escassez de meios, as observações itinerantes foram a solução encontrada. Num total de dez observações, cinco de Inverno e cinco de Verão, foram definidos 49 pontos de observação por toda a área de estudo, onde se realizaram as observações que, no máximo, entre o primeiro e o último ponto demoravam uma hora. Utilizando um termohigrometro sonda e uma estação meteorológica portátil, levantaram-se os valores das variáveis já referidas. Com a definição de quatro percursos, para em todo o caso, controlar o tempo das deslocações, partindo às (00h) exactas e com final sempre previsto para a (01h). O tratamento estatístico dos dados obtidos, resume-se à análise de parâmetros estatísticos descritivos, elucidando, não só os contrastes espaciais de cada observação, mas também os contrastes entre as várias observações, sendo a escolha qualitativa das noites para a realização de cada observação, um factor importante neste trabalho.

Como referido, as circulações anticiclónicas são potenciadoras dos contrastes termohigrométricos espaciais, mas como ficou patente no capítulo anterior, as circulações sem ocorrência de precipitação assumem orientações diferentes, logo, características diferentes, que foram privilegiadas em detrimento de observações quantitativas.

Como se referiu, os meios humanos e técnicos foram poucos na realização deste estudo, assim, encarou-se como um estímulo à imaginação na busca de soluções. Sem estações meteorológicas de referência e sem estações meteorológicas colocadas em pontos estratégicos, as observações itinerantes através do automóvel foram o meio mais eficaz para desvendar os contrastes termohigrométricos. Para o levantamento da cota socorreu-se das cartas militares 1/25000 (números 189 e 190). Na análise do uso do solo, para cada ponto, definiu-se um *buffer* de 50m, calculando-se em seguida as diferentes áreas de ocupação do solo, segundo categorias pré-determinadas. Assim, distinguiram-se:

- área urbana de forte ocultação do horizonte para as áreas urbanas com três ou mais andares,
- área de fraca ocultação do horizonte para áreas urbanas com edifícios até dois andares,
- área florestal para áreas com vegetação arbórea desenvolvida e densa,
- área agrícola para solos ocupados com hortícolas ou solos arados,
- áreas verdes para solos ocupados por estratos herbáceo e arbustivo, normalmente em abandono recente,
- área não verde onde se incluiu áreas ocupadas por alcatrão, calçada e terraplanagem.

Os dados obtidos foram tratados e analisados, através de medidas de tendência central e de dispersão. Optou-se também por uma análise regressiva, com o intuito de calcular a intensidade das relações de dependência que se estabeleceram entre os factores climáticos altitude e uso do solo (por serem os únicos, no contexto local, susceptíveis de serem quantificados), e as variáveis climáticas temperatura, humidade relativa e vento. Também não menos importante foi a análise de *clusters*, que permitiu

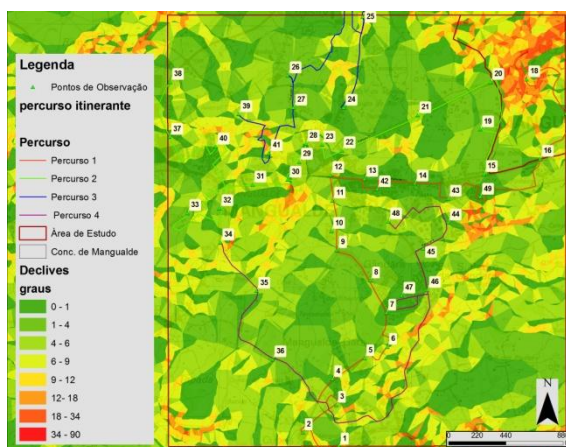
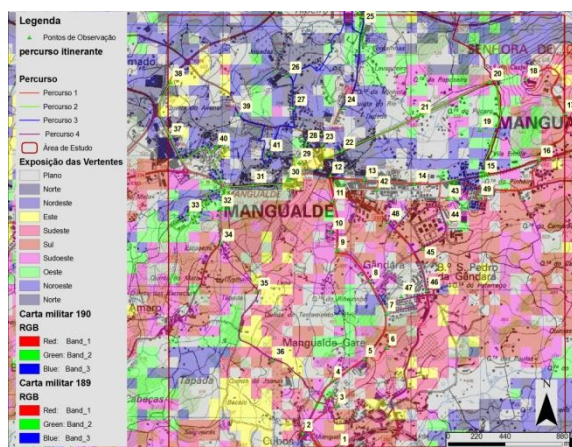


definir os pontos com características semelhantes, tendo sido importante para a homogeneização de pontos com comportamentos climáticos semelhantes e para a definição dos climatopos.

### 1.3 - Pontos de Observação

A localização dos pontos partiu de uma minuciosa interpretação das condições geográficas. Para que a realidade fosse analisada, era necessário transpô-la e identifica-la, e nesse sentido era imperativo representa-la, ainda que seja uma representação estiola. Levando em consideração os factores climáticos, os pontos estabelecidos obedeceram a um rigor geográfico, com capacidade de traduzir a realidade o mais significativamente possível.

Os 49 pontos de observação permitiram o levantamento dos contrastes termohigrométricos resultantes dos condicionalismos e das influências que factores climáticos têm sobre as variáveis climáticas. Para a realização desse objectivo primordial, consideraram-se os seguintes factores: malha urbana (volumetria dos edifícios e direcção das ruas), exposição das vertentes, declives, uso do solo e topografia (altitude e orografia).



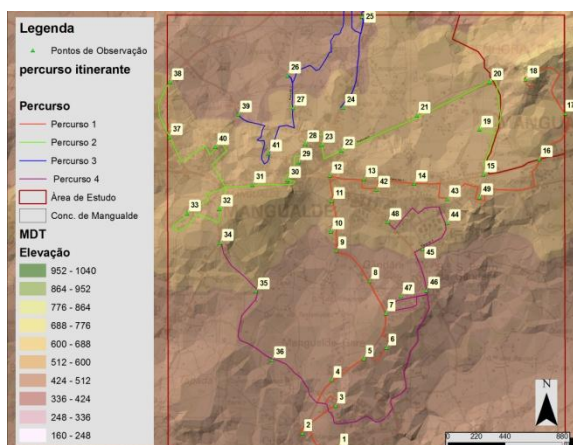


Fig 10.3 – Altimetria da área de estudo (MDT)

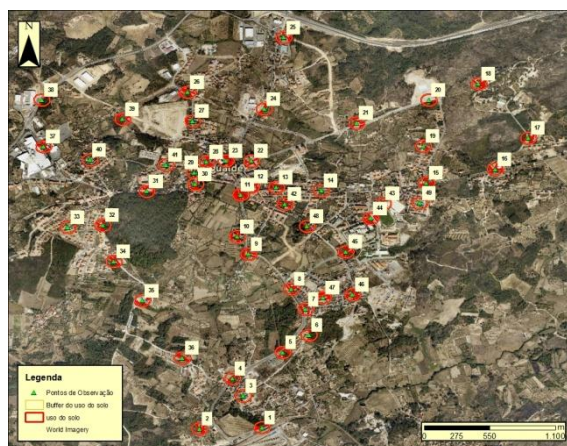


Fig 10.4 – Buffers do uso do solo

### 1.3.1 - Características dos pontos de Observação

As diferenças de temperatura, humidade e vento na área urbana de Mangualde, são determinadas pelas diferenças altitudinais, da insolação diferencial das vertentes, da morfologia urbana e pela ocupação distinta do solo e das actividades que se desenvolvem nele. Com esta análise de pormenor foi possível determinar a melhor localização para os pontos de observação e, com isso, uma melhor visualização da realidade topoclimática da cidade de Mangualde.

Tabela 6 Quadro 6 – Características dos pontos de observação itinerante

Pontos	Local	Direcção da rua	Exp. Declive	Uso do solo (maioritariamente)	Altitude
1	Estação CF	NE-SW	Sul, suave	Não verde	460m
2	Largo Stª Marta	NE-SW	SE, suave	Agrícola	469m
3	R, da Moura	NE-SW	SW, suave	Fraca ocultação do horizonte	474m
4	Av. Montes Herminios	NE-SW	SW, suave	Fraca ocultação do horizonte e agrícola	479m
5	Centro de Saúde	NE-SW	SW, suave	Florestal e não verde	497m
6	Bairro da Gândara	NE-SW	SE, suave	Fraca ocultação do horizonte e florestal	499m
7	Bairro da Gândara	NW-SE	Plano	Fraca ocultação do horizonte e não verde	500m
8	Av. Montes Herminios	NW-SE	plano	Fraca ocultação do horizonte, não verde e florestal	503m
9	Av. Montes Herminios	W-E	SW, suave	Agrícola; área verde; área não verde	510m
10	Av. C. D. Henrique	N-S	SW, suave	Forte ocultação do horizonte	518m
11	Av. C. D. Henrique	N-S	S, suave	Agrícola; área não verde	525m
12	Av. C. D. Henrique	N-S	S, suave	Forte ocultação do horizonte; área não verde	526m
13	Largo do Rossio	W-E	N, suave	Forte ocultação do horizonte; florestal	525m
14	R. Azurara da Beira	W-E	Plano	Forte ocultação do horizonte	525m
15	Estrada EN 16	W-E	NW, suave	Agrícola; área verde	549m
16	Estrada EN 16	W-E	S, suave	Fraca ocultação do horizonte; área verde	556m
17	Quint. Da Albergaria	NW-SE	SE, acentuado	Florestal; área verde, área não verde	565m
18	Srª do Castelo	NE-SW	SW, suave	Florestal; área verde; área não verde	624m
19	Tojal D'Anta	NW-SE	NW, suave	Fraca ocultação do horizonte; área	544m

				verde	
20	Av. Do Srª do Castelo	NE-SW	SW, suave	Florestal; área não verde	548m
21	Av. Srª do Castelo	NE-SW	SW, suave	Área verde; área não verde	525m
22	Av. Srª do Castelo	NE-SW	N, suave	Forte ocultação do horizonte; área não verde	527m
23	R. dos Combatentes	NW-SE	NE, suave	Forte ocultação do horizonte; florestal	536m
24	Lavandeira	N-S	NE, suave	Forte ocultação do horizonte; agrícola	524m
25	Estrada EN 232	N-S	W, Suave	Área verde	509m
26	R. Alex. Herculano	NW-SE	N, suave	Fraca ocultação do horizonte; área verde	504m
27	R. Alex. Herculano	N-S	N, suave	Fraca ocultação do horizonte	517m
28	R. S. Julião	N-S	N, suave	Forte ocultação do horizonte; fraca ocultação do horizonte	529m
29	Complexo Paroq.	N-S	E, suave	Forte ocultação do horizonte; florestal	549m
30	R. Sidónio Pais	N-S	E, suave	Forte ocultação do horizonte; florestal	549m
31	Av. Dos Capitães	W-E	N, suave	Florestal; área verde	553m
32	Estr. De S. Amaro	N-S	SW, suave	Fraca ocultação do horizonte; florestal	549m
33	B. Imaculada Conceição	NE-SW	NW, suave	Fraca ocultação do horizonte	542m
34	Estr. De S. Amaro	N-S	S, suave	Florestal; área verde	533m
35	Ovelhada	NW-SE	S, suave	Área florestal	504m
36	Quint. das Joanas	NW-SE	S, suave	Agrícola	491m
37	PSA	NW-SE	NE, suave	Forte ocultação do horizonte	529m
38	Estr. EN 234	NE-SW	E, suave	Florestal; área não verde	513m
39	Estr. Da Roda	W-E	NE, suave	Florestal; área verde	501m
40	B. S. João	NE-SW	N, suave	Fraca ocultação do horizonte	535m
41	Cemitério	N-S	N, acentuado	Fraca ocultação do horizonte	540m
42	Largo das Carvalhas	W-E	Plano	Forte ocultação do horizonte; florestal	524m
43	Estádio Municp.	W-E	Plano	Forte ocultação do horizonte; área não verde	539m
44	ESFA	N-S	S, suave	Forte ocultação do horizonte; fraca ocultação do horizonte; florestal	524m
45	R. Manuel de Oliveira	NE-SW	S, suave	Agrícola; área verde; área não verde	519m
46	R. da Estação	N-S	Plano	Fraca ocultação do horizonte	501m
47	B. da Gândara	W-E	Plano	Forte ocultação do horizonte; espaço não verde	500m
48	Quint. do Alpoim	NW-SE	S, suave	Fraca ocultação do horizonte; florestal	524m
49	B. do Modorno	NW-SE	NE, suave	Fraca ocultação do horizonte	548m

Tabela 6 - Características da localização dos pontos de observação

## 1.4 – Percursos Itinerantes

Os percursos de observação não reúnem os pontos por ordem crescente, estão, pois, escolhido aleatoriamente com vista à maximização do tempo. Assim, o primeiro percurso (percurso 1) começa no ponto 1 (Estação Comboios de Portugal), percorre um total de 20 pontos e termina no ponto 18 (Senhora do Castelo), coincidindo com o ponto com cota mais elevada. O segundo percurso (percurso 2) inicia-se no ponto 15 e termina no ponto número 38, possuindo um total de 15 pontos de observação. O (percurso 3), o mais curto dos quatro, começa no ponto 39 e finaliza-se no ponto 24, possuindo, assim, um total de seis pontos de observação. Por último, o (percurso 4) inicia-se no ponto 48 e termina no ponto 34, possuindo oito pontos de observação. Assim, o percurso número um é o mais longo e com mais pontos de observação.

Esta medida permitiu ligar os pontos de observação, 49 ao todo, para uma maior eficiência e brevidade das campanhas de observação. Comprimidas num espaço de tempo de uma hora, as campanhas iniciavam-se às (00h) e tinham como hora prevista de terminarem às (01h), porque é entre estas horas que, com o arrefecimento diferencial se denota a Ilha de Calor com mais intensidade, onde atingirá o seu máximo três a cinco horas depois do acaso (T. R. OKE, 1982). Mas por alguns condicionalismos técnicos, ou infortúnios do acaso, o tempo de chegada nunca coincidiu com a hora prevista, mas nunca com atrasos significativos, que de alguma maneira, pudessem colocar em causa as observações. Para esse efeito o ponto 3 foi usado como referencia à partida, durante, e à chegada, dando sempre indicações sobre eventuais alterações, no tempo, das variáveis observadas.

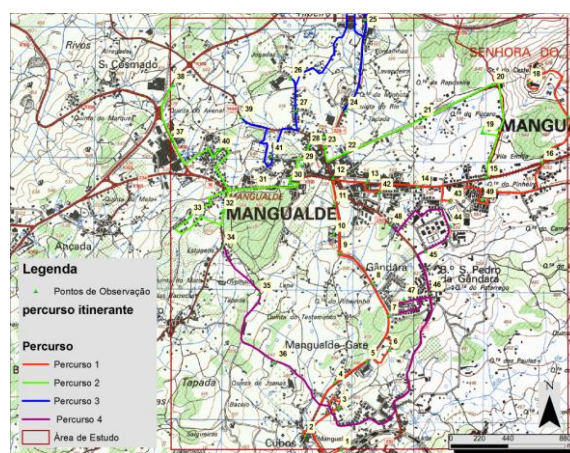


Fig 10.5 – Percursos Itinerantes

## 1.5 - Observações Itinerantes

As observações decorreram nos meses de Novembro, onde se procedeu a uma observação, no mês de Dezembro, onde se efectuou uma observação, em Janeiro com a realização de duas observações e em Fevereiro com mais uma observação, isto para a época invernal. As observações da época estival, iniciadas em Junho com uma observação, duas observações em Julho e mais duas no mês de Agosto. A sustentação destas observações tem por base uma análise sinóptica, sempre necessária para a correcta interpretação dos dados da climatologia local.

Tabela 7 Quadro 7 – Cronograma das observações itinerantes nas duas épocas de

Mês	Nº de dias	Data
Novembro	1	27-11-2010
Dezembro	1	24-12-2010
Janeiro	2	16-01-2011 / 22-01-2011
Fevereiro	1	05-12-2011
Junho	1	30-06-2011
Julho	2	21-07-2011 / 26-07-2011
Agosto	2	10-08-2011 / 11-08-2011

Tabela 7 - Dias das observações itinerantes

## 2 - Época invernal

### 2.1 - Descrições Sinóptica dos Dias de Observação

As breves observações resultantes das campanhas itinerantes, na época invernal, resultaram de uma perspectiva, qualitativa, das circulações sinópticas. No total das cinco observações, verificaram-se grandes contrastes termohigrométricos espaciais, no entanto, também os dias em que ocorreram as observações demonstraram grande heterogeneidade nos contrastes entre si, resultante da variação das variáveis por circulações sinópticas diferenciadas.

- **27-11-2010** – Portugal Continental encontrava-se sob acção de um fluxo de Nordeste, resultante da circulação conjunta entre o flanco meridional de um anticiclone centrado a Norte da Islândia e de uma depressão centrada entre o arquipélago da Madeira e Sagres.
- **24-12-2010** – A acção de um fluxo de Norte associado a uma crista anticiclónica, com desenvolvimento meridional, desde as Ilhas Britânicas até ao Sul da Península Ibérica. O fluxo de intensidade fraca tinha uma orientação Norte-Sul.
- **16-01-2011** – A acção de um fluxo de Sul ou mesmo de Sudeste, determinado por um anticiclone Ibero-Africano, caracterizando-se por ser um fluxo de intensidade fraca.
- **22-01-2011** – A acção do fluxo associada a um anticiclone localizado nas Ilhas Britânicas, que se estende até ao Norte de Portugal, e de uma depressão centrada no continente europeu e outra no arquipélago da Madeira, resulta num fluxo com velocidade forte de Nordeste.

- **05-02-2011** – A acção de um fluxo de Este, associado a um anticiclone Ibero-Mediterrâneo centrado no interior da Península Ibérica. O fluxo apresenta uma intensidade fraca e com temperaturas agradáveis para a época.

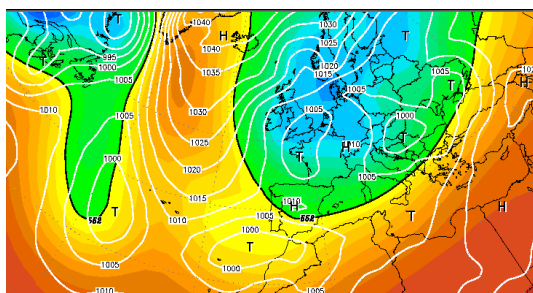


Fig 11.1 – Carta sinóptica referente ao dia 27-11-2010

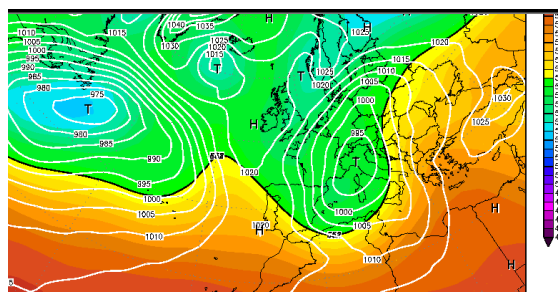


Fig 11.2 – Carta sinóptica referente ao dia 24-12-2010

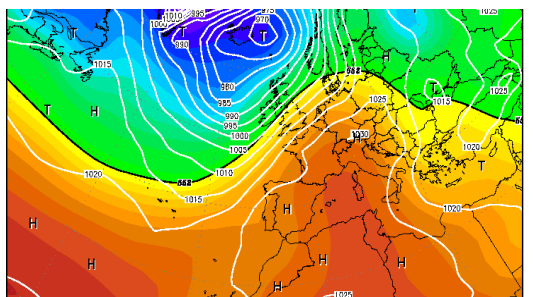


Fig 11.3 – Carta sinóptica referente ao dia 16-01-2011

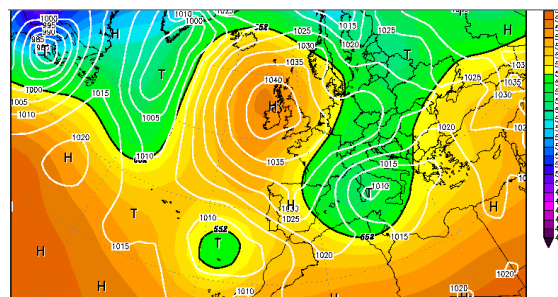


Fig 11.4 – Carta sinóptica referente ao dia 22-01-2011

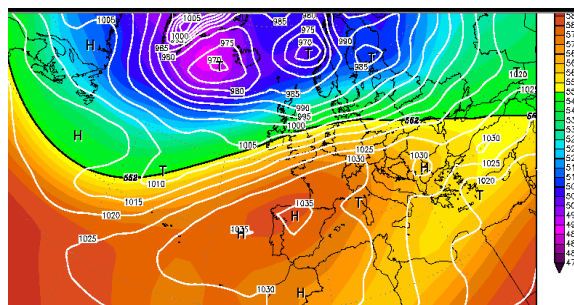


Fig 11.5 – Carta sinóptica referente ao dia 05-02-2011

Figuras retiradas do site: <http://www.wetterzentrale.de/>

## 2.2 - Contrastes Termohigrométricos espaciais com condições sinópticas diferenciadas

Como foi referido anteriormente, as observações meteorológicas itinerantes realizadas partiram do pressuposto da qualidade da observação, ou seja, partiram

primeiramente da análise sinóptica. As condições sinópticas influenciam determinantemente a espacialidade dos contrastes termohigrométricos, nessa medida, as observações realizadas permitiram verificar esse mesmo comportamento, em quase todas as circulações dominantes, tanto no período invernal, como estival.

Sob condições sinópticas diferentes, os contrastes espaciais da temperatura e da humidade relativa ganham, em alguns casos, importância acrescida. Essa importância está directamente ligada com a estabilidade atmosférica e condições de inversão térmica, onde a variação da temperatura regista valores de elevada amplitude térmica. Condições atmosféricas um pouco mais instáveis, com a adição de uma maior velocidade do vento, provocam nos contrastes térmicos espaciais uma inibição, muito devido à destruição da camada estável da atmosfera (inversão térmica), resultando contrastes muito pouco significativos. A humidade relativa, nestes dias, também sofre uma amplitude reduzida. O incremento de vento nas áreas urbanas e periurbanas remove grande parte da humidade da atmosfera, não deixando que se forme orvalho, geada ou gelo na época invernal.

### 2.3 - Contrastes invernaes nocturnos

**Dia 27 de Novembro de 2010** – Este dia foi caracterizado pela ausência de vento. A temperatura média dos 49 pontos de observação foi de 1,6°C. A temperatura mínima registada foi de -1°C no ponto 2 (Largo da Santa Marta, Cubos). A temperatura máxima registada foi de 4,7°C no ponto 12 (Largo do Dr. Couto). A variação da temperatura foi, assim, de 5,7°C. A humidade relativa média registada foi de 47%, a máxima registada foi de 57% nos pontos 1 e 2 (Estação CP e Largo da Santa Marta), e a humidade relativa registada foi de 42% para o ponto 47 (Área das Escolas), logo, a variação da humidade relativa foi de 15%, sendo possível a sua observação na (tabela 8).

Tabela 8 Quadro 8 – Temperatura e humidade relativa

	Temperatura °C	HR%
<b>Média</b>	1,6	47
<b>Máximo</b>	4,7	57
<b>Mínimo</b>	-1	42
<b>Desvio Padrão</b>	1,3	2,8

Tabela 8 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 27-11-2010

**Dia 24 de Dezembro de 2010** – Neste dia procedeu-se a mais uma observação itinerante observável na (*tabela 9*). A temperatura média registada nesta noite foi de 1,3°C, a temperatura máxima verificou-se no ponto 3 (Cubos), com uma temperatura de 3,5°C e a temperatura mínima registada foi de -0,2, registada no ponto 36 (Área agrícola superior a aldeia de Cubos). A variação térmica espacial, neste dia, foi de 2,2°C. A humidade relativa média registada foi de 54,9%, a humidade relativa máxima registada foi de 70% para o ponto de observação número 5 (Centro de Saúde) e a humidade relativa mínima foi registada nos pontos de observação números 8, 9, 24, 25, 26, 27, 34, 35, 36, 41, 45, 46 e 47, de 52%. A variação higrométrica foi de 18%.

O vento era fraco de Norte, atingiu uma velocidade máxima de 5Km/h no ponto 5 (Centro de Saúde). O vento registado neste dia não era generalizado a toda a cidade, sendo que, na maior parte dos pontos, não se verificou a ocorrência de qualquer vento.

*Tabela 9 Quadro 9 – Temperatura, humidade relativa e vento*

	Temperatura °C	HR%	Vento Km/h
<b>Média</b>	1,3	55	0,8
<b>Máximo</b>	3,5	70	5
<b>Mínimo</b>	-0,2	52	0
<b>Desvio Padrão</b>	1,3	4,4	1,5

**Tabela 9 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 24-12-2010**

**Dia 16 de Janeiro de 2011** – Este dia foi caracterizado por temperaturas algo elevadas para a época invernal e para o tardio da hora como se observa na (*tabela 10*). A média registada para a temperatura situou-se nos 5,1°C. A temperatura máxima verificada atingiu os 7,2°C no ponto 3 (Cubos), a temperatura mínima registada foi de 3,4°C para o ponto 36 (Área agrícola superior à aldeia de Cubos) e a variação térmica, neste dia, foi de 3,8°C.

A humidade relativa registou uma média de 65,3%, sendo a humidade relativa mais elevada das cinco observações inverniais. A humidade relativa máxima foi registada para o ponto 48 (Quinta do Alpoim) com 75%. A humidade relativa mínima registada



foi de 55% para os pontos de observação 46 e 47 (Área das Escolas) e a variação higrométrica foi de 20%.

*Tabela 10 Quadro 10 – Temperatura e humidade relativa*

	Temperatura °C	HR%
<b>Média</b>	5,1	65,3
<b>Máximo</b>	7,2	75
<b>Mínimo</b>	3,4	55
<b>Desvio Padrão</b>	0,9	3,3

**Tabela 10 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 16-01-2011**

**Dia 22 de Janeiro de 2011** – A quarta observação foi a que registou a maior velocidade de vento e, conseqüentemente, o dia com menor variação térmica. A temperatura média registada foi de 0°C, a mais baixa de toda a amostra em análise. A temperatura máxima registada foi de 1,7°C para o ponto de observação número 3 (Cubos) e a temperatura mínima foi registada no ponto 18 (Senhora do Castelo), com -0,9°C. A variação espacial da temperatura foi nesta noite de, apenas, 2,6°C.

A humidade relativa média foi a mais baixa da amostra recolhida, com apenas 47,4%. A humidade relativa máxima registada foi de 53% nos pontos 1, 2 e 3 (Estação CP, Largo da santa Marta e Cubos, respectivamente), e a humidade relativa mínima registada foi de 41% para os pontos de 35 e 36 (Área agrícola superior à aldeia de Cubos). A variação espacial foi de 12%.

O vento, em particular nesta noite, fazia-se sentir com velocidade moderada de Nordeste, tendo-se observado a rajada máxima no ponto 18 (Senhora do Castelo) com 8,6km/h, sendo este o ponto de maior altitude (628m). Facto importante é a ausência de inversão térmica e a baixa humidade relativa, pelos motivos supra mencionados.

*Tabela 11 Quadro 11 – Temperatura e humidade relativa e vento*

	Temperatura °C	HR%	Vento km/h
<b>Média</b>	0	47,4	3,1
<b>Máximo</b>	1,7	53	8,6
<b>Mínimo</b>	-0,9	41	0
<b>Desvio Padrão</b>	0,1	3,0	2,0

**Tabela 11 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 22-01-2011**

**Dia 5 Fevereiro de 2011** – O último dia das observações invernais pautou-se pela sua elevada variação térmica, registando uma forte estabilidade atmosférica e vento fraco ou situação de calma. Foi também neste dia que se verificou a temperatura média mais elevada 6°C, a temperatura máxima de 9,9°C registou-se no ponto de maior altitude, o ponto 18 (Senhora do Castelo). A temperatura mínima registada nesta noite foi de 2,6°C, num dos pontos de menor cota, o ponto número 39 (Estrada da Roda). A variação térmica espacial nesta noite foi particularmente intensa, registando 7,3°C de amplitude térmica. Esta está linearmente ligada à inversão térmica intensa por arrefecimento da superfície.

A humidade relativa média registada neste dia foi de 63,9%. A humidade relativa máxima registada foi de 72% para os pontos 14, 16 e 49 (Rua Azurara da Beira, EN 16 e Bairro do Modorno, respectivamente). A humidade relativa mínima registada foi de 55% para o ponto 35 (Área agrícola superior à aldeia de Cubos). A variação higrométrica foi, então, de 17%.

*Tabela 12 Quadro 12 – Temperatura e humidade relativa*

	Temperatura °C	HR%
<b>Média</b>	6	63,9
<b>Máximo</b>	9,9	72
<b>Mínimo</b>	2,6	55
<b>Desvio Padrão</b>	1,750	5,433

Tabela 12 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 05-02-2011

## 2.4 - Padrões térmicos

O dia 27 de Novembro de 2010, aquando da primeira observação, revelou um contraste térmico muito significativo como se observa na (*fig. 12.1*). A concentração do calor no centro urbano demarca a ilha de calor do resto da área envolvente, estendendo-se para oeste para a área da PSA (Peugeot/Citroën). Numa situação de grande estabilidade como a que ocorreu nesta noite, os contrastes entre os

aglomerados urbanos e a envolvência rural são acentuados. As áreas de cota inferior a sudoeste e a norte são as que apresentam menores temperaturas.

No dia 24 de Dezembro de 2010, registou-se vento fraco de Norte, modificando significativamente os padrões térmicos da cidade visível na (*fig. 12.2*). As áreas de maior exposição ao vento Norte, sofreram uma deformação térmica. A ilha de calor, anteriormente verificada, estende-se para Sul pelas avenidas largas do Conde Dom Henrique e dos Montes Hermínios, unindo-se à pequena ilha de calor da aldeia de Cubos. As áreas de menor cota, nesta noite, representam as áreas mais quentes da cidade, a Norte (Pingo Doce), a Este a nova urbanização no sopé do Monte da Senhora do Castelo e na área da PSA (Peugeot/Citroën) a Oeste, formando assim um arquipélago de calor. As áreas mais frias encontram-se a Norte da aldeia de Cubos, no Cemitério e na área das Escolas.

O dia 16 de Janeiro de 2011, a estabilidade atmosférica marcou a observação realizada nesta noite observável na (*fig. 12.3*). A ilha de calor manifesta-se mais intensamente no centro da cidade, estendendo-se para Oeste na área da PSA (Peugeot/Citroën) e depois prolongou-se para Sul e Sudoeste ocupando as áreas deprimidas de Cubos, Bairro da Gândara e das Escolas. As áreas deprimidas reflectem a intensidade da Inversão Térmica que se verificava nesta noite. As áreas a Sudoeste e a Norte da área de estudo representam, assim, as áreas de menor temperatura.

No dia 22 de Janeiro o vento moderado de Nordeste intensificou-se. Procedendo-se a uma observação meteorológica, pelo vento que se fazia sentir, representa uma realidade muito diferente das anteriores, formando-se um pequeno núcleo de calor e outro de frio, perfeitamente identificáveis, pelas características incutidas pelo vento na baixa troposfera, nomeadamente no aumento da espessura da camada de mistura por destruição da estratificação térmica estável da atmosfera, eliminando assim a inversão térmica. Os contrastes térmicos foram nesta noite os menos significativos, como se observa na (*fig. 12.4*) pois regra geral, sob fluxo sinóptico forte, as diferenças locais são em grande parte suprimidos e com vento fraco e céu limpo, os efeitos locais e microclimáticos controlam as condições climáticas da camada inferior da atmosfera (LANDBERG, 1981). Assim, este foi o dia em que a temperatura teve uma menor

amplitude, ficando, as áreas de menor cota como a área do Cemitério, a área das Escolas e a aldeia de Cubos, com a maior temperatura registada, formando um pequeno arquipélago de calor. As áreas mais elevadas, como a Senhora do Castelo, que depois se estende a toda a área subjacente, a Sudoeste, com intensificação no ponto 25 (Pingo Doce) e Mata dos Condes, revelam-se como as áreas mais frias.

O dia 5 de Fevereiro foi o dia em que a amplitude térmica espacial foi mais elevada verificável na (fig. 12.5). O ponto mais elevado destaca-se da restante envolvência. A Senhora do Castelo é, assim, o ponto com a temperatura mais elevada. A ilha de calor, partindo do centro da cidade, estende-se por todo o sector Sudeste da área de estudo, sendo esta uma situação semelhante à do dia 16 de Janeiro de 2011. A Norte a manifestação da temperatura mais baixa é nesta noite mais abrangente na sua área de ocupação. A Sul uma pequena ilha de frescura instala-se na aldeia de Cubos.

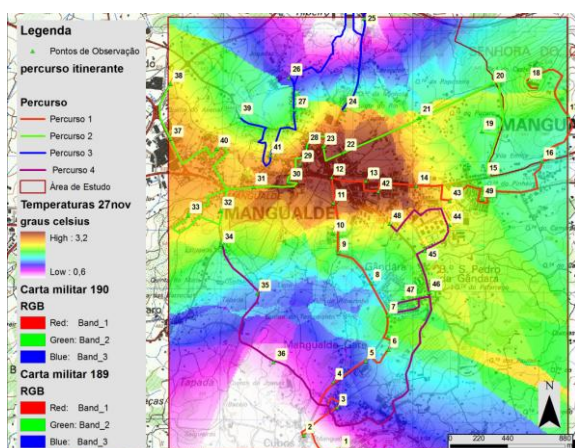


Fig 12.1 – Contrastes térmicos referentes ao dia 27-11-2010

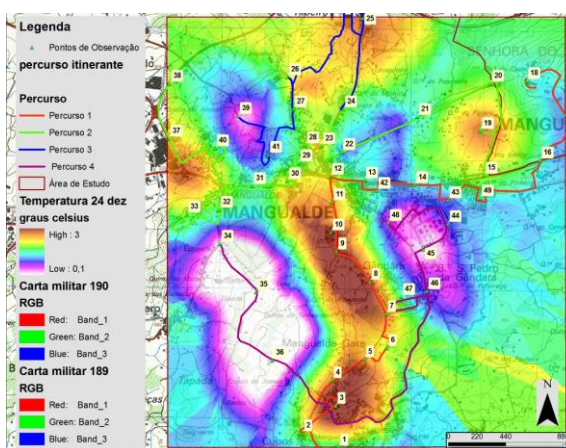


Fig 12.2 – Contrastes térmicos referentes ao dia 24-12-2010

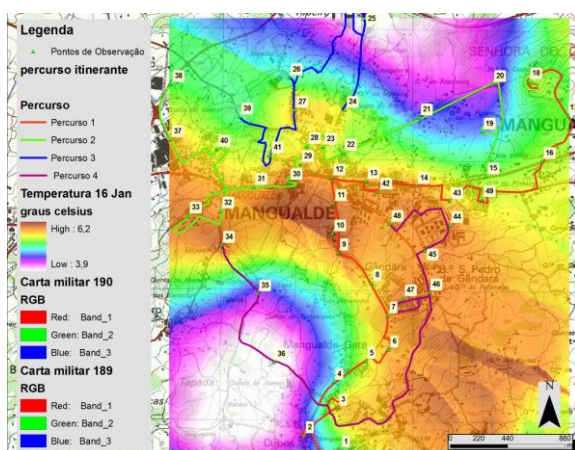


Fig 12.3 – Contrastes térmicos referentes ao dia 16-01-2011

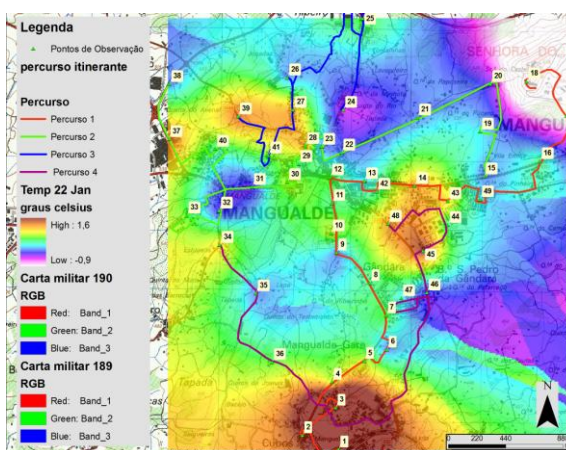


Fig 12.4 – Contrastes térmicos referentes ao dia 22-01-2011

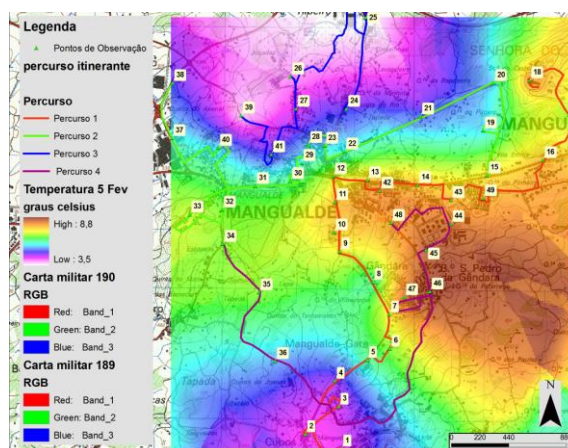


Fig 12.5 – Contrastes térmicos referentes ao dia 05-02-2011

## 2.5 - Padrões Higrométricos

No primeiro dia de observação, dia 27 de Novembro, a humidade relativa teve uma predominância a Sul da cidade de Mangualde como se observa na (*fig. 13.1*). A presença de uma ilha de humidade a Sul estende-se em “língua de humidade” para Norte, atingindo o centro urbano da cidade de Mangualde. Esta “língua de humidade” divide a ilha de secura da área das Escolas, que assume, com se poderá ver, um carácter permanente na época invernal, muito pela remoção das áreas vegetais em detrimento de áreas construídas e pavimentadas. E a ilha de secura a Este da “língua de húmida”, que se intensifica a Norte da cidade de Mangualde, onde a malha urbana e as menores áreas vegetais acentuam a menor humidade relativa.

A observação de 24 Dezembro de 2010 revelou uma intensificação das ilhas de secura nas áreas das Escolas e na área imediatamente a Norte da aldeia de Cubos observável na (*fig. 13.2*). O vento fraco de Norte, incidindo sobre toda a Avenida Conde Dom Henrique, reprime o “língua húmida” para Sul, impedindo a sua progressão para Norte em direcção à cidade de Mangualde, reduzindo e circunscrevendo a ilha de humidade à aldeia de Cubos e Estação CP (Comboios de Portugal).

A campanha itinerante de 16 de Janeiro de 2011 revelou características higrométricas díspares observáveis na (*fig. 13.3*). A ilha de secura, situada na área das Escolas, é, nesta observação, proeminente. A Nordeste desta área desenvolve-se uma

ilha de humidade, também ela bastante evidente, localizando-se num espaço de densidade arbórea elevada, designada por Quinta do Alpoim. A ilha de secura a Norte da aldeia de Cubos desaparece, dando lugar a um aumento higrométrico, com especial intensidade na área da PSA (Peugeot/Citroën) e que se prolonga para Norte.

No dia 22 de Janeiro de 2011, a observação tem um comportamento espacial semelhante às duas primeiras como se verifica na (fig. 13.4). A ilha de humidade a Sul de Mangualde volta a estender-se para Norte, através de uma “língua de humidade”. Factor novo é a sua ligação à área superior da Senhora do Castelo, que nesta noite apresentava uma humidade relativa mais elevada. A Norte da aldeia de Cubos volta a registar-se uma diminuição higrométrica, prolongando-se para Norte e Noroeste. A ilha de secura da área das Escolas, nesta observação, migra ligeiramente para Sul (Bairro da Gândara). Esta observação, registando a maior velocidade do vento, marca claramente uma maior secura atmosférica das áreas mais expostas, neste caso, a Senhora do Castelo pela sua altitude, e as áreas exteriores ao perímetro urbano e consequentemente exteriores aos limites aerodinâmicos Norte e Sul respectivamente.

O dia 5 de Fevereiro de 2011 foi o que registou as maiores amplitudes térmicas espaciais nocturnas. Também se registou uma distribuição higrométrica diferente das anteriores visível na (fig. 13.5). A baixa humidade relativa que se localiza a Norte da aldeia de Cubos prolonga-se para Sul, substituindo a ilha de humidade que se estabeleceu ali anteriormente. Ocupando todo o sector Sul, liga-se à ilha de secura da área das Escolas, formando, agora, uma “língua de secura”, contrastando assim, com o aumento higrométrico que tem origem na Senhora do Castelo e se prolonga até ao centro urbano da cidade de Mangualde, perdendo intensidade em direcção a Sudoeste.

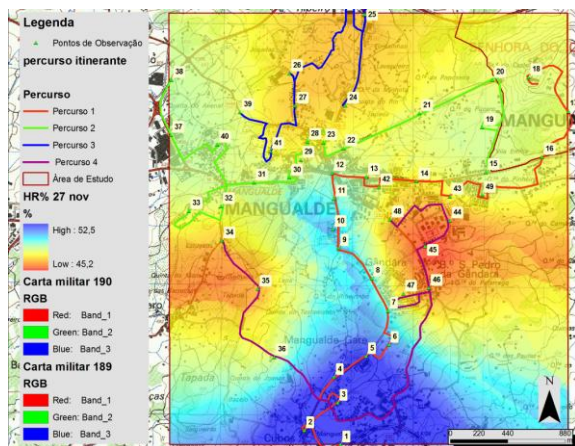


Fig 13.1 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 27-11-2010

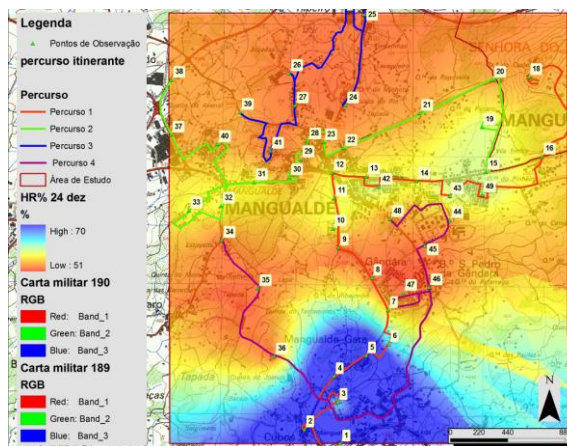


Fig 13.2 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 24-12-2010

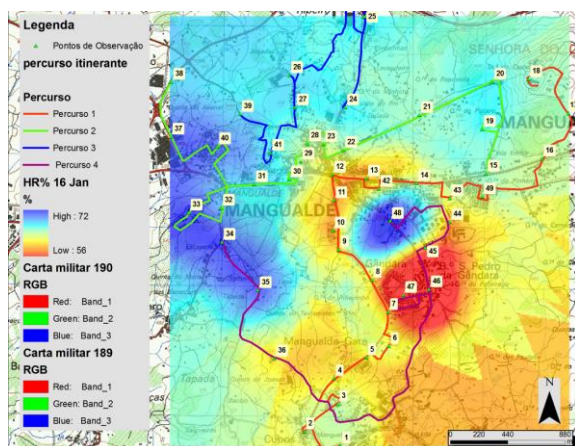


Fig 13.3 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 16-01-2011

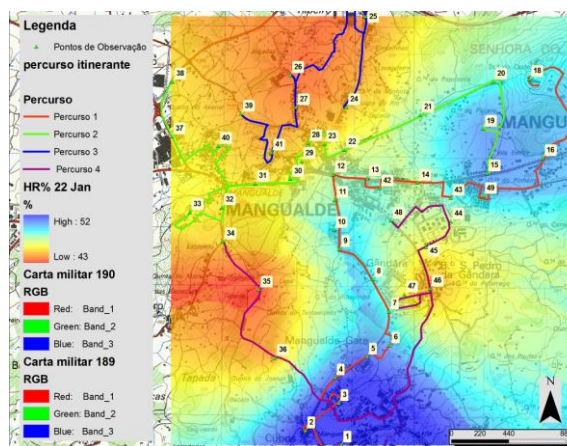


Fig 13.4 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 22-01-2011

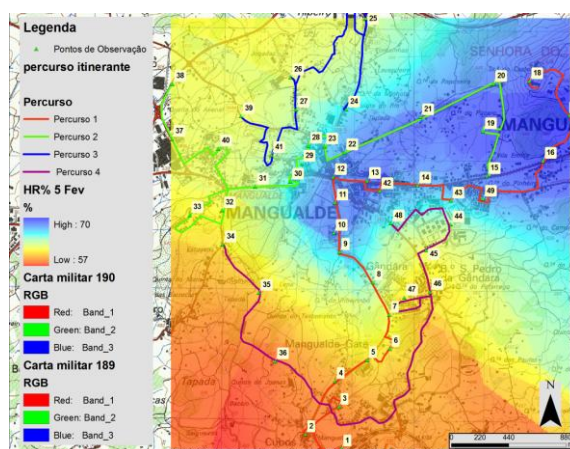


Fig 13.5 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 05-12-2011

## 2.6 - Padrões do vento

O dia 24 de Dezembro de 2011 foi um dos dois dias em que se registou vento. Com vento de Norte e uma velocidade moderada, revela, que nas áreas expostas ao vento Norte, ainda que de forma não muito expressiva em relação à sua envolvência, se dentam contrastes no padrão do vento algo significativos como é visível na (fig. 14.1). Junto ao sopé do Monte da Senhora do Castelo, pela remoção do estrato arbóreo denso e pelos movimentos catabáticos, que pela força da gravidade originam movimentos de fluxos mais densos e frios descendentes, que percorrem as vertentes de declives abruptos por arrefecimento das massas de ar na sua posição superior do monte da Senhora do Castelo, o vento neste local é significativo. Outro local de elevada exposição ao vento Norte é a Avenida Conde Dom Henrique e a sua continuidade pela Avenida Montes Hermínios. As avenidas largas com quatro faixas de

rodagem, passeios largos e desimpedidos, com suave declive para Sul, causam pouco atrito à deslocação do vento Norte, permitindo a sua intensificação nesta área da cidade.

O dia 22 de Janeiro de 2011, o segundo dia em que se registou vento, foi aquele em que a velocidade do vento foi mais elevada. Tendo um rumo de Nordeste representa a direcção mais frequente do período invernal. Com esta observação foi possível verificar um maior incremento da velocidade do vento a Norte e a Sul, denotando-se assim, os limites aerodinâmicos visíveis na (fig. 14.2). A Norte com o adensamento da malha urbana que reduz significativamente a velocidade do vento pelo elevado efeito de atrito. A Sul, embora com pontos com elevada densidade urbana, a velocidade do vento intensifica-se. A malha urbana densa é composta por moradias individuais, com espaços intersticiais e de volumetria reduzida, contrastando com a maior densidade, volumetria e compactação urbana do centro de Mangualde. Assim, o espaço construído, de menor dimensão, localizado na área suburbana, não representa um obstáculo às circulações de Nordeste.

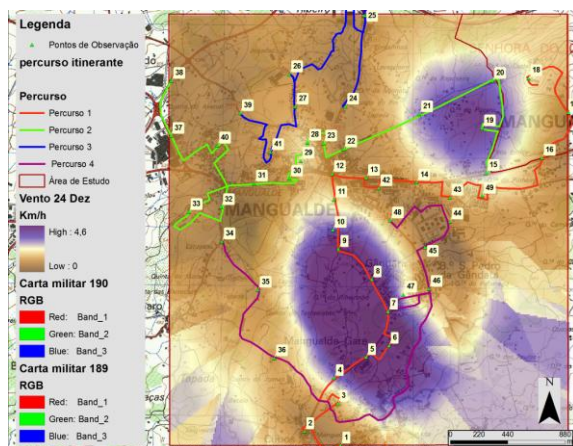


Fig 14.1 – Brisa de Campo referente ao dia 24-12-2010

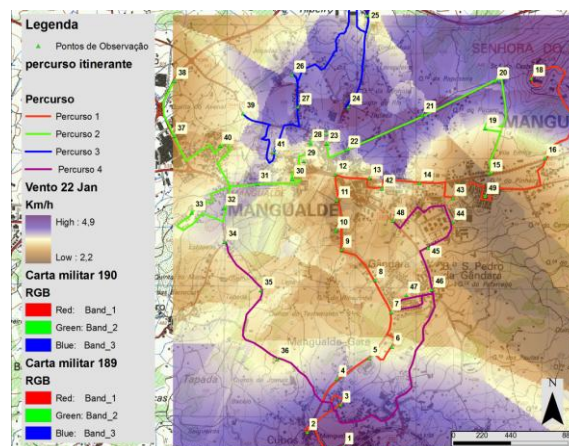


Fig 14.2 – Brisa de Campo referente ao dia 22-01-2011

## 2.7 - Perfis Térmicos, Higrométricos e de Vento

A análise das variáveis segundo os 3 perfis agora apresentados observáveis na (fig.15.1), permite compreender o comportamento das variáveis (temperatura, humidade relativa e vento) no espaço, relacionando-as com os perfis topográficos e os



diferentes usos do solo. A variação das variáveis é assim capaz de se desvendar, tendo em especial atenção à ilha de calor ou de frescura e à ilha de secura ou de humidade. O vento, sendo também ele analisado, permite que se observe a sua velocidade e os seus limites aerodinâmicos nos perfis previamente estabelecidos.

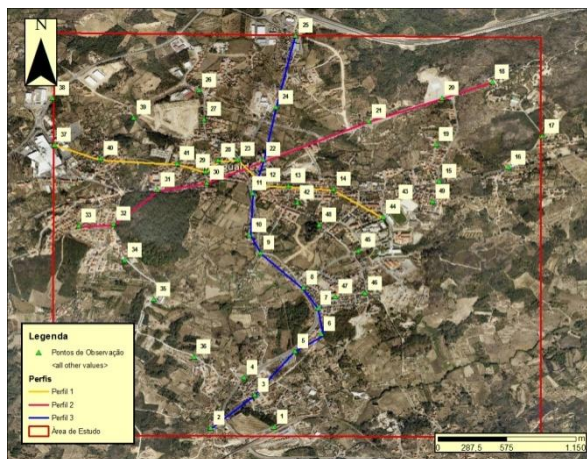


Fig 15.1 – Perfis topográficos

## 2.7.1 - Perfil 1

### 2.7.1.1 - Temperatura

Começando na PSA (Peugeot/Citroën), o perfil 1 tem uma direcção Noroeste – Sudeste, terminando nas Escolas. A temperatura varia ao longo de todo o perfil, mediante as condições sinópticas registadas nos dias das observações, sendo essa variação mais ou menos significativa observável na (*fig. 15.2*). Feitas as cinco observações, conclui-se, genericamente, que a temperatura varia e evolui negativamente na área do cemitério, que pela sua cota inferior e o seu uso do solo caracterizado pela ocupação agrícola e florestal, com uma diminuição gradual, à excepção é o dia 22 de Janeiro de 2011, onde a velocidade do vento destruiu a inversão térmica. De seguida a temperatura aumenta, fruto da maior altitude e de um uso do solo mais urbano (Complexo Paroquial). Esse aumento é mais significativo no centro da cidade (pontos 2, 13 e 14), para depois, nas Escolas, a temperatura aumentar, como se verificou nos dias 16 de Janeiro de 2011 e 5 de Fevereiro de 2011. Nos dias 27 de Novembro e 24 de Dezembro de 2010, a temperatura decresce. O dia 22 de Janeiro de 2011 marca-se por uma situação muito estável, de fraca amplitude térmica espacial.

### 2.7.1.2 - Humidade Relativa

A variação higrométrica tem também uma variação espacial significativa, sendo que a variação higrométrica até ao centro da cidade (pontos 12, 13 e 14) aumenta, para de seguida se precipitar para uma baixa higrométrica na área das Escolas, dando origem à ilha de seca das Escolas como se observa na (fig. 15.3).

### 2.7.1.3 - Vento

Nos dois dias em que se registou vento representam os dois rumos do vento predominantes: Norte e Nordeste. No dia 24 de Dezembro de 2010, com vento Norte, as áreas mais expostas, como o Complexo Paroquial e a Rua Azurara da Beira, são as áreas mais afectadas. No dia 22 de Janeiro de 2011, com vento de Nordeste e de maior intensidade, as áreas envolventes ao cemitério, pela elevada exposição e pela ausência ou vegetação reduzida, revelam maior velocidade do vento. Na área urbana do centro da cidade, por ter uma grande densidade de ocupação urbana do solo e volumetria urbana, a velocidade do vento diminui substancialmente, observável na (fig. 15.4).

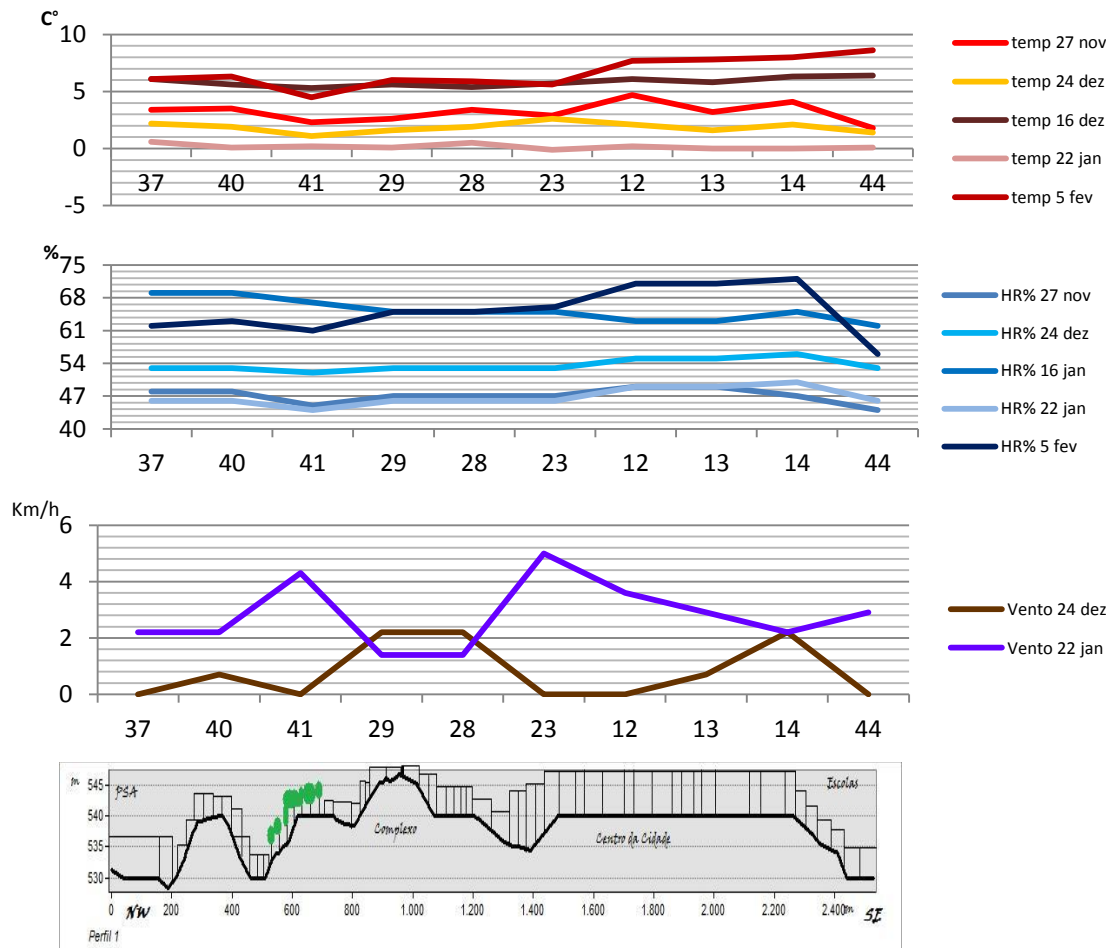


Fig 15.2 - Perfil térmico; Fig. 15.3 - Perfil Higrométrico; Fig 15.4 - Perfil de Brisa de Campo; Fig -15.5 - Perfil Topográfico 1

## 2.7.2 - Perfil 2

### 2.7.2.1 - Temperatura

O perfil 2, começando no ponto mais alto da área de estudo, a Senhora do Castelo, tem em quatro das observações a mais alta temperatura do perfil podendo ser observado na (*fig. 16.1*), muito pelas inversões térmicas por arrefecimento da superfície, diminuindo fortemente para o sopé do Monte da Senhora do Castelo (ponto 21) e aumentando progressivamente até ao Bairro da Nossa Senhora da Imaculada Conceição. Com a temperatura elevada a seguir à Senhora do Castelo, o dia 22 de Janeiro de 2011, pelas suas características, revela a Senhora do Castelo com a temperatura mais baixa, para depois ao longo do percurso não variar significativamente.

### 4.7.2.2 - Humidade relativa

A variação higrométrica tem, neste perfil, características pouco variadas como se observa na (*fig. 16.2*). O Bairro da Nossa Senhora da Imaculada Conceição revela uma humidade relativa um pouco mais elevada na sua generalidade. Os contrastes higrométricos neste perfil mantêm-se estáveis sem variações assinaláveis.

### 4.7.2.3 - Vento

No dia 24 de Dezembro de 2010, com vento Norte, a área mais exposta é a Avenida da Senhora do Castelo, pela sua largura e ausência de vegetação arbórea, regista a maior velocidade de vento, não tendo assim qualquer efeito de abrigo relativamente ao vento Norte. No dia 22 de Janeiro de 2011, com uma velocidade do vento mais elevada e de Nordeste, a Senhora do Castelo é o local mais exposto devido à sua elevada altitude. Descendo drasticamente para o sopé do Monte, aumenta em seguida ao longo da Avenida da Senhora do Castelo e diminui novamente com o adensamento da malha urbana. A velocidade do vento volta a aumentar junto ao limite Norte da Mata dos Condes, com a sua posição elevada em relação à envolvência, diminuindo novamente no Bairro da Nossa Senhora da Imaculada Conceição por adensamento da malha urbana, sendo observável na (*fig. 16.3*).

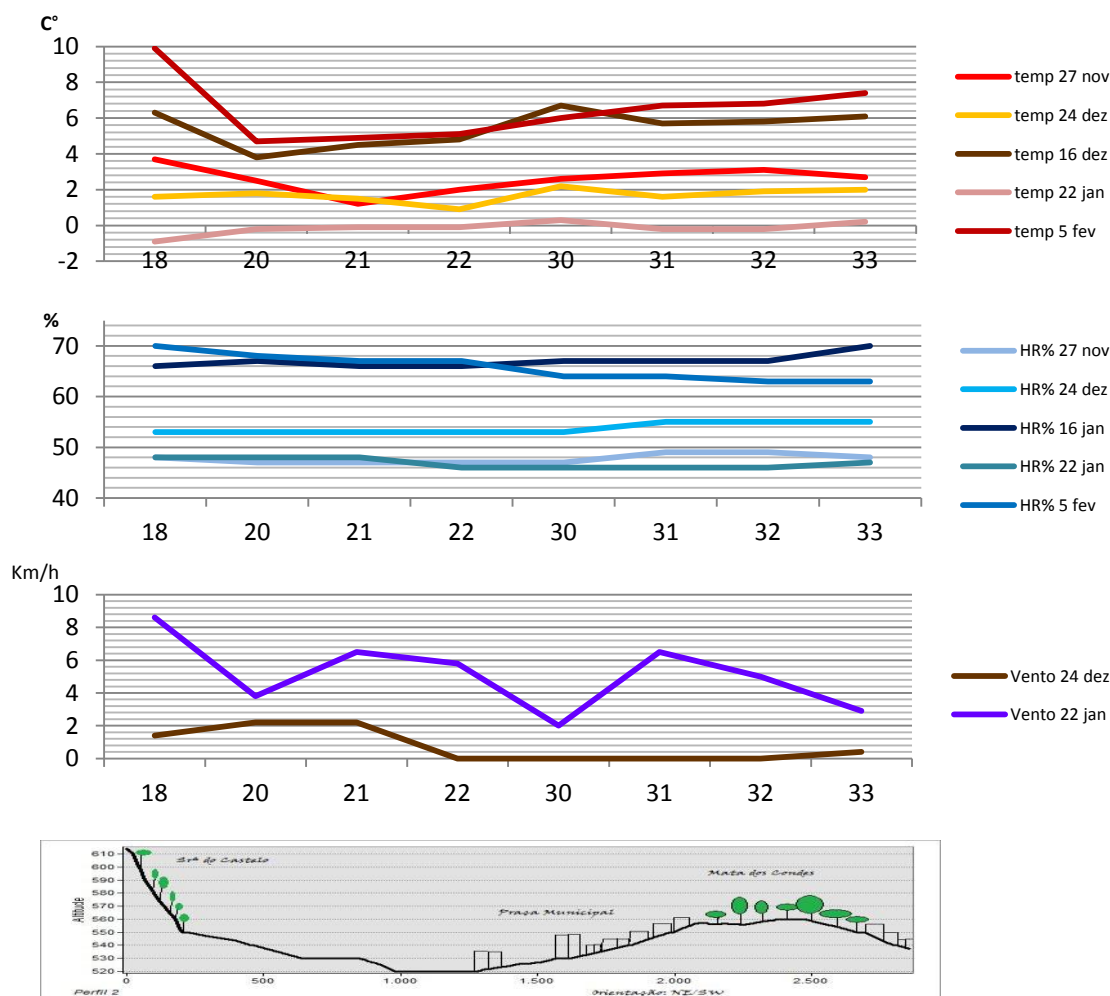


Fig 16.1 – Perfil Térmico; Fig 16.2 – Perfil Higrométrico; Fig 16.3 – Perfil de Brisa de Campo; Fig 16.4 – Perfil topográfico 2

## 2.7.3 - Perfil 3

### 2.7.3.1 - Temperatura

O perfil 3, começando a Norte, no Pingo Doce, tem uma direcção Norte – Sul, terminando na aldeia de Cubos. A temperatura como se observa na (fig. 17.1), nos dias 27 de Novembro de 2010, 16 de Janeiro de 2011 e 5 de Fevereiro de 2011, demonstra os maiores valores nos aglomerados urbanos, tanto no centro urbano da cidade de Mangualde, como na aldeia de Cubos (ponto 3). Também se pode verificar a diminuição drástica da temperatura nas áreas agrícolas e áreas verdes das Avenidas Conde Dom Henrique e Montes Hermínios. Nos dias 24 de Dezembro de 2010 e 22 de Janeiro de 2011, pelo vento, as características térmicas são semelhantes, havendo uma variação pouco significativa. No ponto 3 a temperatura é mais elevada pela concentração urbana e pela sua localização mais abrigada.

### 2.7.3.2 - Humidade Relativa

A diferença higrométrica revela, neste perfil como é perceptível na (*fig. 17.2*), um aumento generalizado da humidade com a progressão para Sul, sendo perfeitamente visível nos dias 27 de Novembro de 2010, 24 de Dezembro de 2010 e 22 de Janeiro de 2011. O dia 16 de Janeiro de 2011 revela uma variação pouco significativa, o dia 5 de Fevereiro tem características higrométricas diferenciadas neste perfil, em relação aos dias anteriores. A maior humidade tem presença no centro urbano da cidade de Mangualde, diminuindo progressivamente para Sul.

### 2.7.3.3 - Vento

O dia 24 de Dezembro de 2010, com vento de Norte, revela uma intensificação da sua velocidade na Avenida Conde Dom Henrique com ligação com a Avenida Montes Hermínios. A sua direcção, também ela Norte – Sul, a sua largura, com quatro faixas, o uso agrícola do solo (área verde), com vegetação pouco densa favorece o vento Norte. O dia 22 de Janeiro, com vento de Nordeste, revela uma variação mais significativa. No Pingo Doce a velocidade do vento registada era consideravelmente baixa, aumentando em direcção ao centro urbano, diminuindo em seguida com o adensamento da malha urbana. As Avenidas Conde Dom Henrique e Montes Hermínios também são alvo da intensificação da velocidade do vento, pelos factores supramencionados. O vento diminui no Bairro da Gândara devido à malha urbana, para voltar a aumentar depois do limite aerodinâmico Sul como se observa na (*fig. 17.3*).

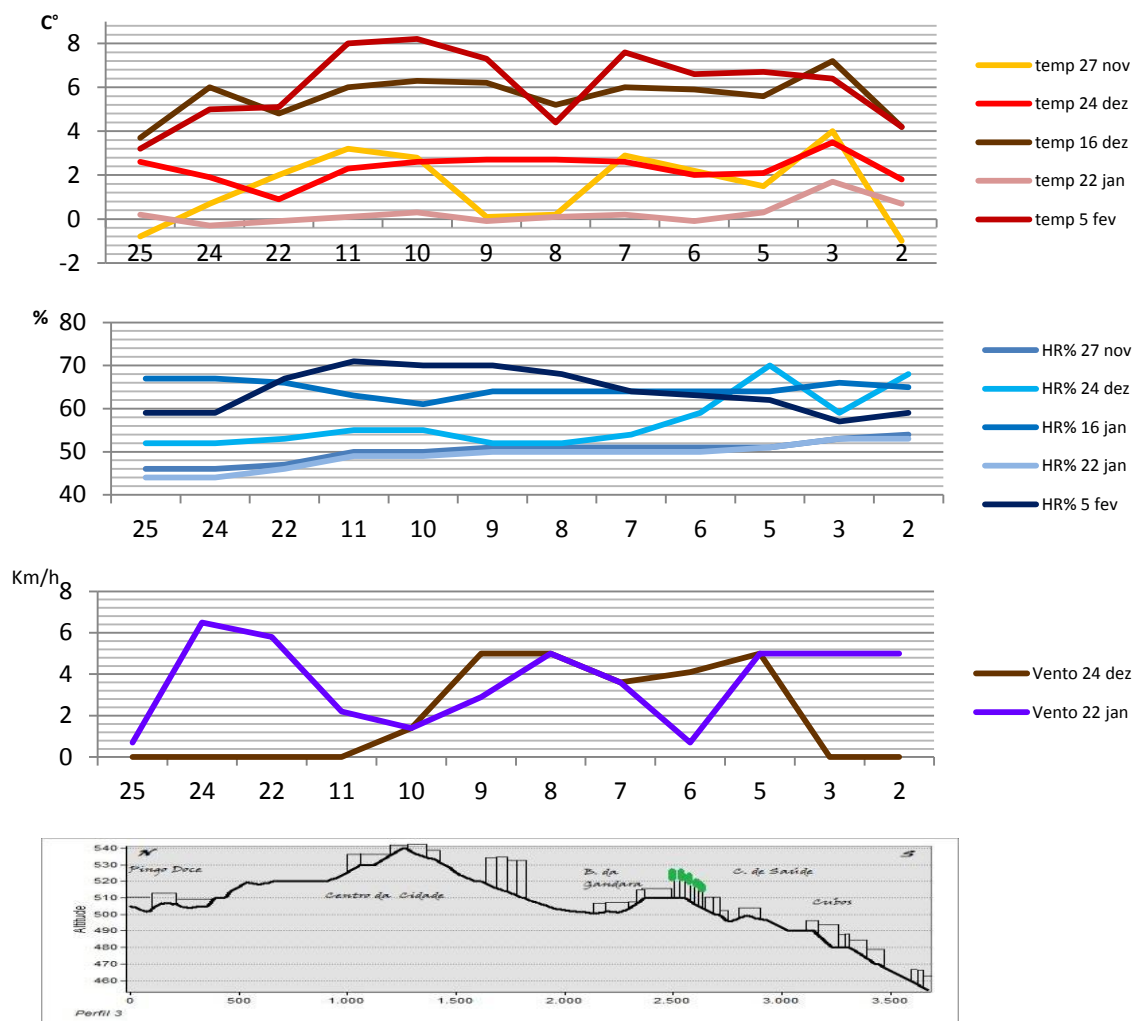


Fig 17.1 – Perfil Térmico; Fig 17.2 – Perfil Higrométrico; Fig 17.3 – Perfil de Brisa de Campo; Fig 17.4 – Perfil topográfico 3

### 3 - Análise dos resultados obtidos

Através da regressão linear simples analisou-se as variáveis climáticas (dependentes) relacionando-as com os factores climáticos (independentes). Sendo só possível quantificar dois dos factores, a altitude e o uso do solo, dividindo-se este em seis categorias correspondentes à sua ocupação efectiva. Distinguem-se assim, área urbana com forte ocultação do horizonte, área urbana de fraca ocultação do horizonte, área florestal, área agrícola, área verde e área não verde.

#### 3.1 - Temperatura

Dependendo das condições sinóticas os resultados desta análise também varia. A temperatura no primeiro dia de observação demonstrou como se observa na (tabela

13), o maiores valores na relação estabelecida com a altitude  $r=0,309$  e  $r^2=0,096$ , tendo um poder explicativo de 9,6%. Sendo uma relação linear positiva, revela a inversão térmica que se desenvolveu neste dia após o por do sol. A área urbana, de forte ocultação do horizonte, revelou uma relação linear positiva, porque a área urbana mais densa e de maior volumetria situa-se no centro urbano da cidade, os valores obtidos  $r=0,471$  e  $r^2=0,222$ , tem um poder explicativo de 22%, evidenciando a ilha de calor e a atenuação da inversão térmica perante esta. Mas como o contraste térmico se faz também pelo arrefecimento heterogéneo, a área agrícola tem uma relação linear inversa  $r=0,546$  e  $r^2=0,299$  tendo um poder explicativo de 29,9% do arrefecimento induzido pela área agrícola. A área verde também nesta observação revela uma relação linear inversa, de menor significância, com valores de  $r=0,297$  e  $r^2=0,088$ , tendo um poder explicativo de 8,8%.

O segundo dia obteve valores menos significativos. A área urbana de fraca ocultação do horizonte revela uma relação linear positiva  $r=0,156$  e  $r^2=0,024$ , com um poder explicativo de 2,4%. Estes valores demonstram claramente a polarização do calor em áreas residenciais periféricas, formando assim um arquipélago de calor. A relação linear inversa com a área verde demonstra a sua expressão, com valores de  $r=0,273$  e  $r^2=0,075$  e um poder explicativo de 7,5%.

O terceiro dia de observações revela uma proeminência de calor no centro urbano. Disso é o reflexo a relação linear positiva estabelecida com a área urbana de forte ocultação do horizonte, com valores de  $r=0,318$  e  $r^2=0,101$  e tendo um poder explicativo de 10,1%, revelando a maior intensidade da ilha de calor no centro de Mangualde. A área agrícola e a área verde, à semelhança das observações anteriores, são os factores que mais contribuem para o arrefecimento. As suas relações lineares inversas, com valores de  $r=0,293$  e  $r^2=0,086$ , e com um poder explicativo de 8,6%, e de  $r=0,239$  e  $r^2=0,057$ , com um poder explicativo de 5,7%, demonstram, respectivamente, a importância destes factores.

No quarto dia de observações, como já foi referido anteriormente, a intensidade do vento que se fazia sentir, teve como consequência um contraste térmico muito tímido.

A altitude, com um valor de  $r=0,252$  e  $r^2=0,064$  e um poder explicativo de 6,4%, revela uma relação linear inversa, caracterizada pela ausência da inversão térmica, como consequência do vento. A área de fraca ocultação do horizonte é a que regista uma relação linear positiva mais significativa  $r=0,327$  e  $r^2=0,107$ , com um poder explicativo de 10,7%, caracterizando o pequeno arquipélago de calor, que nas áreas urbanas de residências periféricas, abrigadas do vento Nordeste, aglomeram calor, formando pequenas ilhas de calor.

O último dia de observações, em Fevereiro, demonstra a mais intensa inversão térmica das cinco observações. A sua relação linear positiva revela valores de  $r=0,323$  e  $r^2=0,104$ , e um poder explicativo de 10,4%, o que é significativo ( $\text{sig}=0,023$ ). A área urbana de forte ocultação do horizonte, menos significativa que a anterior ( $\text{sig}=0,042$ ), revela valores de  $r=0,292$  e  $r^2=0,085$ , e um poder explicativo de 8,5%. A distribuição térmica positiva fica, assim, com maior predominância no centro urbano da cidade de Mangualde. A área agrícola, com a sua relação linear inversa é a mais significativa ( $\text{sig}=0,134$ ), os valores de  $r=0,217$  e  $r^2=0,047$ , e o poder explicativo de 4,7% do contraste térmico por arrefecimento, revelam a diminuição da temperatura nas áreas agrícolas.

Tabela 13 Quadro 13 – Padrões dos coeficientes relativos à temperatura invernal

Temp.	Altitude		Forte Ocul.		Fraca Ocul.		Área florestal		Área agrícola		Área verde		Área não verde	
	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>
27-nov	0,309	0,096	0,471	0,222	0,104	0,011	0,059	0,003	0,546	0,299	0,297	0,088	0,023	0,001
24-dez	0,123	0,015	0,101	0,001	0,156	0,024	0,137	0,019	0,120	0,014	0,273	0,075	0,089	0,008
16-jan	0,131	0,017	0,318	0,101	0,141	0,002	0,057	0,003	0,293	0,086	0,239	0,057	0,166	0,027
22-jan	0,252	0,064	0,092	0,009	0,327	0,107	0,131	0,017	0,060	0,004	0,092	0,009	0,146	0,021
5-fev	0,323	0,104	0,292	0,085	0,050	0,002	0,090	0,008	0,217	0,047	0,068	0,005	0,079	0,006

Tabela 13 – Coeficientes correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), temperatura invernal

### 3.2 - Humidade Relativa

No caso da humidade relativa, na primeira observação efectuada, é a altitude que regista uma maior intensidade na relação linear, inversa, com a humidade relativa. Assim, os valores de  $r=0,301$  e  $r^2=0,091$ , e o poder explicativo de 9,1%, refere-se às



áreas de cota inferior, como a aldeia de Cubos, que regista a maior humidade, sendo este o factor mais significativo na explicação do contraste higrométrico.

No segundo dia de observações, com vento fraco de Norte, a humidade relativa tem uma maior intensificação a Sul, sendo esta a área mais deprimida da cidade. Assim os valores de  $r=0,482$  e  $r^2=0,234$  explicam o acréscimo na intensidade higrométrica a Sul com 23,4% de poder explicativo, demonstrando a relação linear inversa significativa. A área urbana de forte ocultação do horizonte e a área verde, são as categorias do uso do solo que mais contribuem para a diminuição higrométrica, registando valores de  $r=0,133$  e  $r^2=0,018$ , e  $r=0,192$  e  $r^2=0,037$ , com poder explicativo de 1,8% e de 3,7%, respectivamente. A relação linear positiva da área agrícola com a humidade relativa é a que revela maiores valores de  $r=0,208$  e  $r^2=0,048$ , tendo um poder explicativo de 4,8% do acréscimo da humidade relativa.

O terceiro dia de observações revela uma relação linear positiva entre a humidade relativa e a altitude, sendo esta contrária às situações anteriores. Os valores de  $r=0,258$  e  $r^2=0,067$ , representa 6,7% do poder explicativo dos contrastes higrométricos. É visível a maior humidade na área do Monte da Senhora do Castelo (ponto 18, de maior altitude), que depois tem a sua maior intensidade a Oeste e na ilha de humidade da Quinta do Alpoim. Esta ligação higrométrica entre a Senhora do Castelo e o centro da cidade reflecte-se na relação linear positiva, obtendo-se valores de  $r=0,318$  e  $r^2=0,101$ , e um poder explicativo de 10,1%. A área verde também contribui para o aumento da humidade relativa com valores de  $r=0,256$  e  $r^2=0,065$ , sendo o seu poder explicativo de 6,5%. A área não verde foi nesta observação a que contribui para a diminuição higrométrica, com valores  $r=0,229$  e  $r^2=0,052$ , tendo um poder explicativo de 5,2%, reflectindo a ilha de secura da área das Escolas.

O quarto dia, com vento moderado de Nordeste, tem uma distribuição higrométrica espacial de variação reduzida. O vento criou uma homogeneização higrométrica, obtendo-se valores muito pouco significativos, podendo destacar-se a relação linear inversa com a altitude, por as áreas de cota mais elevada estarem susceptíveis a uma velocidade do vento mais elevada e como consequência à diminuição da humidade

relativa. Os valores obtidos de  $r=0,126$  e  $r^2=0,016$  e o poder explicativo de 1,6%, são insignificantes. A área verde tem também uma relação linear inversa com valores de  $r=0,121$  e  $r^2=0,015$  e um poder explicativo de 1,5%, também pouco significativos.

O quinto e último dia de observações, mostrou uma relação linear positiva entre a humidade relativa e a altitude, tendo neste dia a sua maior intensidade. A elevada humidade relativa na área mais elevada (Senhora do Castelo), estendendo-se para o centro da cidade. A sua relação é traduzida pelos valores de  $r=0,323$  e  $r^2=0,104$ , onde o seu poder explicativo é de 10,4%. Esta ligação é demonstrada, também, pelos valores de  $r=0,292$  e  $r^2=0,085$ , com um poder explicativo de 8,5%, que reflecte a sua relação linear positiva. A área agrícola revela ter uma relação linear negativa, diminuindo assim a humidade relativa com o aumento da área agrícola. A sua relação é traduzida por  $r=0,254$  e  $r^2=0,065$ , sendo o seu poder explicativa de 6,5%.

Tabela 14 Quadro 14 – Padrões dos coeficientes relativos à humidade relativa invernal

HR%	Altitude		Forte Ocul.		Fraca Ocul.		Área florestal		Área agrícola		Área verde		Área não verde	
	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>
27-nov	0,301	0,091	0,127	0,016	0,042	0,002	0,075	0,006	0,093	0,009	0,180	0,032	0,075	0,006
24-dez	0,483	0,234	0,133	0,018	0,032	0,001	0,082	0,007	0,208	0,043	0,192	0,037	0,006	0
16-jan	0,258	0,067	0,220	0,046	0,165	0,027	0,155	0,024	0,132	0,017	0,256	0,065	0,229	0,052
22-jan	0,126	0,016	0,054	0,003	0,040	0,002	0,102	0,001	0,004	0	0,121	0,015	0,014	0
5-fev	0,541	0,292	0,307	0,094	0,128	0,016	0,084	0,007	0,254	0,065	0,003	0	0,009	0

Tabela 14 – Coeficientes correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), humidade relativa invernal

### 3.3 - Vento

Somente em dois dias das cinco observações se registou vento. Na primeira observação, com vento Norte, a relação linear inversa estabelecida entre o vento e a altitude revela os movimentos catabáticos, junto do Monte da Senhora do Castelo, e a ausência de vegetação, nas Avenidas Conde Dom Henrique e Montes Hermínios, que, pelo pouco atrito, o vento Norte intensifica-se acompanhando o declive suave (perfil 3). Os valores obtidos de  $r=0,148$  e  $r^2=0,022$ , com um poder explicativo de 2,2%, disso são reveladores. A área urbana, de forte ocultação do horizonte, também revela uma relação linear inversa, de menor intensidade, mas ainda assim, com valores significativos comparando com os outros. Assim, os valores obtidos de  $r=0,124$  e

$r^2=0,015$  e tendo um poder explicativo de 1,5%, reflecte o maior atrito induzido pelas áreas de maior densidade, volumetria e compactação urbana, reduzindo a velocidade do vento.

O segundo dia em que se registou ocorrência de vento, este de Nordeste e com maior intensidade, tem na relação linear inversa com a área urbana de fraca ocultação do horizonte a sua relação mais intensa, obtendo-se valores de  $r=0,207$  e  $r^2=0,043$ , e com um poder explicativo de 4,3%, o que revela a área urbana como a primeira barreira ao vento de Nordeste. A área verde e a área não verde, demonstram ter uma relação linear positiva com a velocidade do vento. A diminuição do atrito pelo tamanho reduzido da vegetação ou ausência dela, permitem uma maior velocidade do vento, traduzindo-se pelos valores de  $r=0,247$  e  $r^2=0,061$  e  $r=0,114$  e  $r^2=0,013$ , e com um poder explicativo de, respectivamente, 6,1% e 1,3%.

Tabela 15 Quadro 15 – Padrões dos coeficientes relativos ao vento invernal

Vento Km/h	Altitude		Forte Ocul.		Fraca Ocul.		Área florestal		Área agrícola		Área verde		Área não verde	
	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>
24-dez	0,148	0,022	0,124	0,015	0,068	0,005	0,053	0,003	0,077	0,006	0,084	0,007	0,072	0,005
22-jan	0,039	0,001	0,045	0,002	0,207	0,043	0,072	0,005	0,034	0,001	0,247	0,061	0,114	0,013

Tabela 15 – Coeficientes correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), vento invernal

## 4 - Época Estival

### 4.1 - Descrição sinóptica dos dias de observação

- **Dia 30-06-2011** - Anticiclone (“anticiclone atlântico misto prolongando-se pela Europa Ocidental” – Ao), centrado a NW do arquipélago dos Açores, conjugado com um vale térmico ibérico, canalizando para Portugal uma massa de ar polar continental (Pc), transportada por uma circulação de Leste.
- **Dia 21-07-2011** - Anticiclone (“anticiclone atlântico misto” – Aa) centrado na região dos Açores, transportando para Portugal uma massa de ar polar marítimo (Pm) através de uma circulação de NW.

- **Dia 26-07-2011** - Anticiclone (“anticiclone atlântico misto com apófise polar” – Ap), centrado na região dos Açores, canalizando para Portugal uma massa de ar polar marítimo (Pc), transportada por uma circulação de Norte.
- **Dia 10-08-2011** - Anticiclone (“anticiclone atlântico misto prolongando-se pela Europa Ocidental” – Ao), centrado a Norte da Península Ibérica, conjugado com um vale térmico ibéro-africano, com o eixo localizado na costa atlântica da Península Ibérica, canalizando para Portugal uma massa de ar tropical continental (Tc), com trajecto sobre o Norte de África, transportada por uma circulação de Leste.
- **Dia 11-08-2011** - Anticiclone (“anticiclone atlântico subtropical” – As, aquele que, rigorosamente, pode ser também designado por “anticiclone dos Açores”), centrado sobre a região dos Açores, prolongando-se em crista por sobre a Europa meridional e Mediterrâneo, conjugado com um vale térmico ibéro-africano, canalizando para Portugal uma massa de ar tropical continental (Tc), proveniente do Norte de África, transportada por uma circulação lenta de SE.

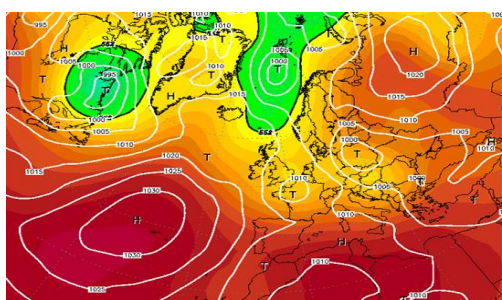


Fig 18.1 – Carta sinóptica referente ao dia 30-06-2011

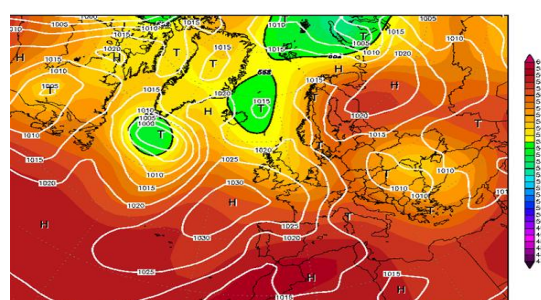


Fig 18.2 – Carta sinóptica referente ao dia 21-07-2011

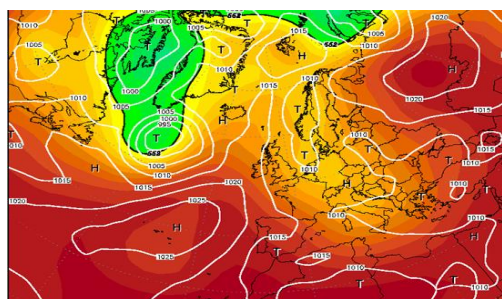


Fig 18.3 – Carta sinóptica referente ao dia 26-07-2011

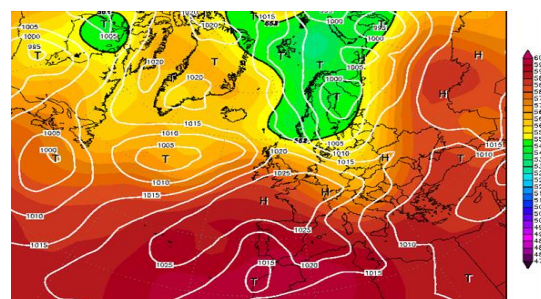


Fig 18.4 – Carta sinóptica referente ao dia 10-08-2011

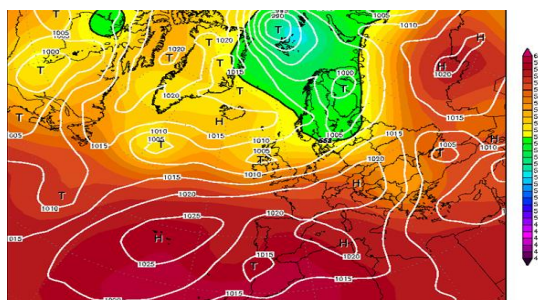


Fig 18.5 – Carta sinóptica referente ao dia 11-08-2011

Figuras retiradas do site: <http://www.wetterzentrale.de/>

## 4.2 - Contrastes estivais nocturnos

Dia 30 de Junho de 2011 – Este dia foi caracterizado pela ausência de vento, a temperatura média dos 49 pontos foi de 19,9°C. A temperatura mínima registada foi de 16,2°C no ponto número 2 (Largo da Santa Marta, Cubos). A temperatura máxima registada foi de 22,7°C no ponto 37 PSA (Peugeot/Citroën). A amplitude térmica neste dia foi de 6,5°C, sendo a mais elevada da amostra estival.

A humidade relativa média registada foi de 50,1%, a máxima registada foi de 62% nos pontos 22 e 23 (Avenida da Senhora do Castelo e Rua Sebastião de Alcântara). A humidade relativa mínima registada foi para os pontos 48, 36 e 35 (Quinta do Alpoim, área agrícola superior à aldeia de Cubos), onde a humidade relativa foi de 44%. A amplitude higrométrica neste dia foi de 18%.

Tabela 16 Quadro 16 – Temperatura e humidade relativa

	Temperatura	HR%
Média	19,9	50,1
Máxima	22,7	62
Mínima	16,2	44
Desvio padrão	1,6	5,6

Tabela 16 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 30-06-2011

**Dia 21 de Julho de 2011** – neste dia procedeu-se a mais uma observação itinerante. A temperatura média registada foi de 16,7°C, a máxima registada foi de 19,4°C para o ponto 3 (Cubos). A temperatura mínima registada foi no ponto 17 (Senhora do Castelo), com 15,5°C. A amplitude térmica, nesta observação, foi a menor registada na amostra estival, ficando pelos 3,9°C.

A humidade relativa neste dia obteve uma média de 47,9%. A máxima registada foi de 55% para os pontos 28, 29 e 30 (Rua São Julião, Complexo Paroquial). A humidade relativa mínima observada neste dia foi no ponto 1 (Estação Comboios de Portugal), obtendo 41% de humidade relativa. A amplitude higrométrica foi neste dia de 14%.

*Tabela 17 Quadro 17 – Temperatura e humidade relativa*

	Temperatura	HR%
<b>Média</b>	16,7	47,9
<b>Máxima</b>	19,4	55
<b>Mínima</b>	15,5	41
<b>Desvio padrão</b>	0,9	4,9

Tabela 17 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 21-07-2011

**Dia 26 de Julho de 2011** – Neste dia a temperatura média obtida foi de 20,8°C. A temperatura máxima registada foi de 25,4°C para o ponto 42 (Largo das Carvalhas). A temperatura mínima registada foi no ponto 39 (Estrada da Roda), onde a temperatura atingiu o seu mínimo de 19,1°C. A amplitude térmica foi nesta observação de 6,3°C.

A humidade relativa registou uma média de 60,6%, sendo a mais elevada da amostra. A humidade máxima registada foi no ponto 23 (Rua Sebastião de Alcântara), onde se registou o maior valor de toda a amostra estival, de 71%. Os 50% de humidade relativa no ponto 14 (Rua Azurara da Beira) representam o mínimo observado nesta campanha itinerante. A amplitude higrométrica neste dia foi de 22%.

*Tabela 18 Quadro 18 – Temperatura e humidade relativa*

	Temperatura	HR%
<b>Média</b>	20,9	60,6
<b>Máxima</b>	25,4	71
<b>Mínima</b>	19,1	50
<b>Desvio padrão</b>	1,3	5,6

Tabela 18 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 26-07-2011

**Dia 10 de Agosto de 2011** – A observação itinerante desta campanha revelou uma temperatura média de 23,9°C. A temperatura máxima observada foi de 25,8°C no ponto 5 (Centro de Saúde), a temperatura mínima registada foi no ponto 25 (Pingo Doce), de 19,5°C. A amplitude térmica foi de 6,3°C.

A humidade relativa média neste dia foi de 28,9%. A humidade relativa máxima observada foi de 37% para os pontos 3 e 49 (Cubos e Bairro do Moderno). A humidade relativa mínima registada foi no ponto 48 (Quinta do Alpoim), de 23%. A amplitude higrométrica foi de 14%, idêntica à do dia 21 de Julho de 2011.

Tabela 19 Quadro 19 – Temperatura e humidade relativa

	Temperatura	HR%
Média	23,9	28,9
Máxima	25,8	37
Mínima	19,5	23
Desvio padrão	1,118	3,799

Tabela 19 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 10-08-2011

**Dia 11 de Agosto de 2011** – A observação deste dia revelou uma temperatura média de 22,9°C. A temperatura máxima registada foi nos pontos 49 e 14 (Bairro do Moderno e Rua Azurara da Beira), onde se registou 25,4°C em ambos os pontos. A temperatura mínima obtida foi de 19°C para o ponto 39 (Estrada da Roda). A amplitude térmica foi de 6,4°C, estando em conformidade com as amplitudes registadas anteriormente.

A humidade relativa média foi de 36,4%, a máxima observada foi de 39% nos pontos 7 e 8 (Avenida Montes Hermínios) e a humidade relativa mínima foi de 33% para os pontos 44 e 45 (Área das Escolas). A amplitude higrométrica, nesta observação, foi a mais baixa de toda a amostra estival, de apenas 6%.

Tabela 20 Quadro 20 – Temperatura e humidade relativa

	Temperatura	HR%
Média	22,9	36,4
Máxima	25,4	39
Mínima	19	33
Desvio padrão	1,618	1,337

Tabela 20 - Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 11-08-2011

### 4.3 - Padrões Térmicos Estivais

O dia 30 de Junho de 2011, aquando da primeira observação estival, revelou um contraste térmico significativo onde se observam na (*fig. 19.1*). A aglomeração de calor

no centro urbano da cidade de Mangualde é proeminente, contudo, estende-se para Oeste para a área da PSA (Peugeot/Citroën) e para Sudeste, envolvendo a área das Escolas e o Bairro da Gândara, estando, assim, a ilha de calor bem visível no centro urbano, restringindo-se às áreas de maior urbanização. A Norte, a Sul e a Sudoeste da cidade de Mangualde, desenvolvem-se áreas frias, situando-se fora do perímetro urbano da cidade e em posição topográfica deprimida, destacando-se o Largo de Santa Marta (Cubos), onde o ar mais frio se instala com maior intensidade, progredindo para Norte. Essa progressão é dificultada pelo declive Sul da vertente, pronunciando ainda mais a ilha de calor no centro da cidade.

O dia 21 de Julho de 2011 foi marcado pela segunda observação, revelando contrastes térmicos díspares observáveis na (*fig. 19.2*). A situação térmica verificada anteriormente é significativamente modificada. O aglomerado térmico do centro da cidade, que se verificava de Oeste a Sudeste da área de estudo, é interrompido por ar mais frio na área do Complexo Paroquial e sua envolvência, consignando duas ilhas de calor, uma na área da PSA (Peugeot/Citroën) e outra na área das Escolas, com extensão até ao largo do Rossio. A Senhora do Castelo, sendo a área mais elevada da área de estudo, apresenta nesta observação temperaturas baixas, influenciando toda a sua envolvência pelos fluxos catabáticos de ar frio e denso. Toda a área agrícola superior à aldeia de Cubos concentra em si a intensificação do ar mais frio, constrangida a Este pelas Avenidas Montes Hermínios e Conde Dom Henrique, a Norte pelo limite urbano da cidade e a Nordeste pelo Bairro da Nossa Senhora da Imaculada Conceição e demonstra a influência da ocupação agrícola do solo no arrefecimento térmico.

O dia 26 de Julho de 2011 coincide com a terceira observação itinerante. Marcada por contrastes térmicos diferentes da observação anterior, revela a ilha de calor centrada entre a área das Escolas, o Largo do Rossio e a Rua Azurara da Beira como se verifica na (*fig. 19.3*). Estende-se para o flanco Este da área de estudo, ocupando a área da Senhora do Castelo. A sua progressão para Oeste, para a área da PSA (Peugeot/Citroën), é interrompida por um sector de ligação de ar frio, que liga a envolvência Norte (Pingo Doce) e a área agrícola superior à aldeia de Cubos, que se



revelam desta forma como as áreas com a temperatura do ar mais baixa, sendo mais uma vez visível a importância da ocupação agrícola do solo no arrefecimento térmico.

Dia 10 de Agosto de 2011, a quarta campanha de observação, foi a única a registar vento, ainda que, moderado e de Nordeste, o que modificou por completo os contrastes térmicos até agora analisados. A ilha de calor do centro da cidade estende-se, nesta observação, para Sul, percorrendo as Avenidas Conde Dom Henrique e Montes Hermínios, alojando-se na área do Centro de Saúde e da aldeia de Cubos, onde culmina a sua intensidade máxima, removendo assim, parte do ar frio que se concentrava ali nas observações anteriores. Deste modo é a Norte (Pingo Doce) que o ar mais frio se concentra, estendendo-se à Senhora do Castelo, ao Bairro de São João e à área da PSA (Peugeot/Citroën), onde aparece uma pequena ilha de frescura. A área das Escolas, não sendo tão evidente, também concentra uma temperatura do ar à superfície mais baixa, formando, apenas, um indício de ilha de frescura como se observa na (*fig. 19.4*).

No dia 11 de Agosto foi realizada a última observação itinerante estival de toda a amostra recolhida. Os contrastes térmicos nesta observação são semelhantes aos da primeira observação. A ilha de calor pronunciada no centro é a característica mais significativa nas duas observações, mas por sua vez, estende-se para Este, incluindo o Monte da Senhora do Castelo. A ausência de vento tem como principal impacto o regresso da área agrícola superior à aldeia de Cubos como a área onde se concentra o ar mais frio, revelando novamente a importância da ocupação agrícola do solo no arrefecimento térmico. A área a Norte (Pingo Doce) volta a ser marcada pelo ar frio, estendendo-se para Oeste, tendo o seu limite Sul o Bairro de São João e a PSA (Peugeot/Citroën), observável na (*fig. 19.5*).

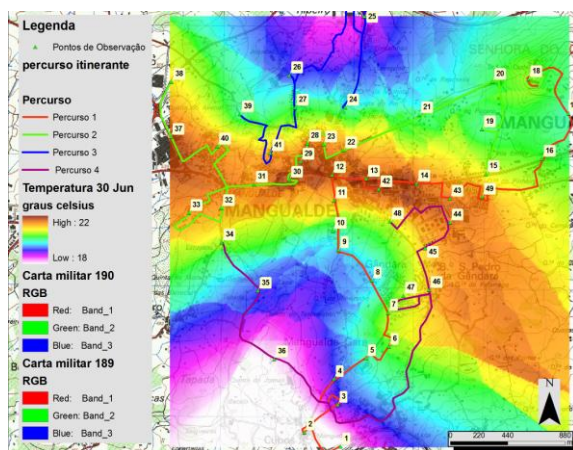


Fig 19.1 – Contraste térmico referente ao dia 30-06-2011

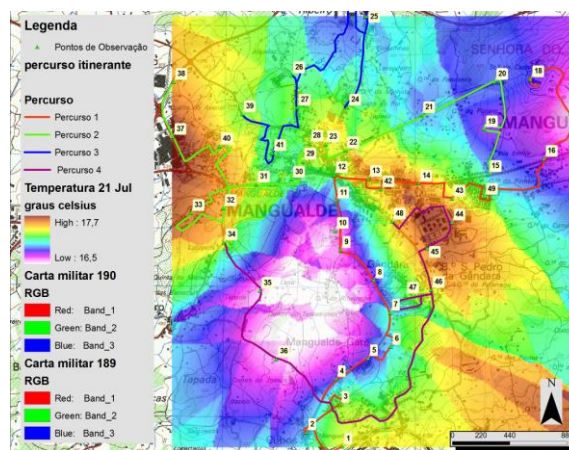


Fig 19.2 – Contraste térmico referente ao dia 21-07-2011

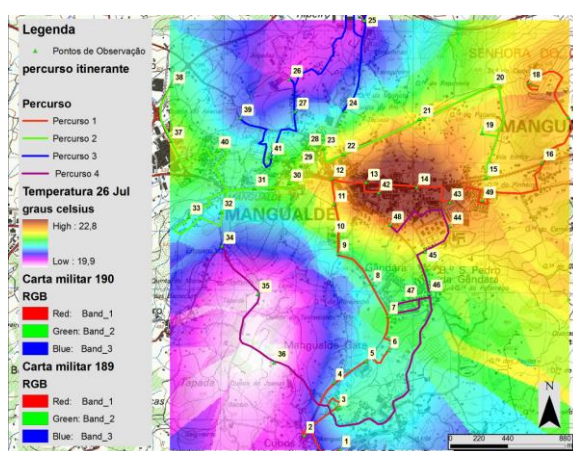


Fig 19.3 – Contraste térmico referente ao dia 26-07-2011

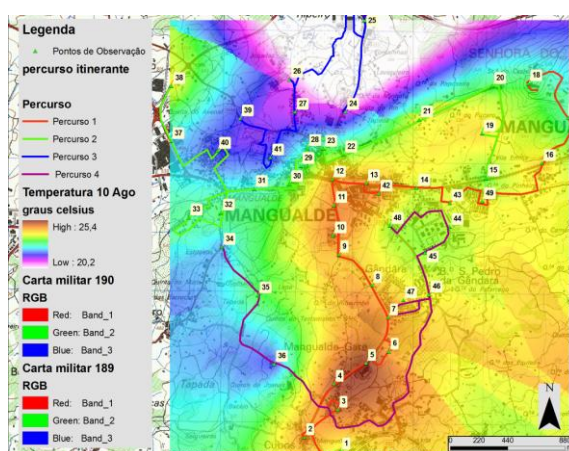


Fig 19.4 – Contraste térmico referente ao dia 10-08-2011

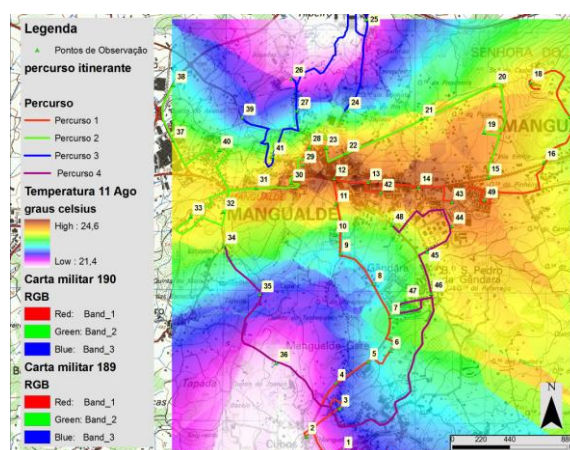


Fig 19.5 – Contraste térmico referente ao dia 11-08-2011

#### 4.4 - Padrões Higrométricos Estivais

O dia 30 de Julho de 2011 foi a primeira observação. Os contrastes higrométricos revelam características peculiares como se poderá observar na (fig. 20.1). A divisão

entre o Este, mais seco e o Oeste, mais húmido, é revelador dessa peculiaridade. A humidade relativa mais elevada, proveniente de Noroeste, invade, o centro urbano da cidade no seu flanco Oeste. Estende-se para Norte (Pingo Doce) e para o Bairro da Nossa Senhora da Imaculada Conceição. A humidade relativa assume os seus menores valores nos sectores Nordeste, Este e Sudeste. A Senhora do Castelo, o centro urbano da cidade (Este), a área das Escolas, o Bairro da Gândara e a aldeia de Cubos apresentam-se como as áreas mais secas nesta observação.

O dia 21 de Julho de 2011, a segunda observação itinerante, revela uma maior humidade no Monte da Senhora do Castelo, onde tem a sua intensidade máxima, ligando-se através da avenida da Senhora do Castelo à ilha de humidade que se instala no centro urbano da cidade de Mangualde. O sector Sul da área de estudo, na aldeia de Cubos, apresenta-se como o sector de secura, e estende-se para Norte para a área agrícola superior à aldeia de Cubos como se observa na (*fig. 20.2*).

O dia 26 de Julho de 2011, sendo a terceira observação itinerante, revelou características de polarização muito significativa observáveis na (*fig. 20.3*). Os núcleos de secura, a Sul e no centro urbano da cidade, coincidem com a ilha de calor. A área do Complexo Paroquial concentra em si núcleos de maior humidade relativa. O sector Nordeste é o que revela um carácter higrométrico mais elevado, concentrando-se a humidade relativa no Monte da Senhora do Castelo.

O dia 10 de Agosto de 2011 foi o penúltimo dia de observações itinerantes, caracterizado pelo vento fraco de Nordeste, e com contrastes bastante definidos. A ilha de secura instalada no Bairro da Gândara, assume aqui o seu carácter higrométrico mais severo, prolongando-se para Oeste e Este, dividindo assim, as ilhas de humidade que ganham protagonismo na aldeia de Cubos, onde coincide com a ilha de calor que ali se instalou nesta observação. O Monte da Senhora do Castelo revela uma secura peculiar. Esta situação tem a sua génese na menor velocidade do vento nas áreas urbanas. As áreas periféricas, principalmente o Monte da Senhora do Castelo, pela sua altitude, estão exposta a uma maior velocidade do vento e por consequente a uma maior secura da atmosfera.

O dia 11 de Agosto, sendo o último dia e um dia após a observação anterior, demonstra o quão volátil são os contrastes termohigrométricos sob fluxos sinópticos diferentes. Nesta observação o carácter higrométrico mais elevado instala-se a Nordeste da área de estudo, na área da PSA (Peugeot/Citroën). Estende-se também para o centro urbano da cidade, contornando a ilha de secura que se instala a Norte e se prolonga, ainda que timidamente, para Sul. A ilha de humidade que se observa no centro urbano da cidade corresponde à ilha de calor que ali se desenvolve. A Norte, como já foi referido, e a Sul, são as áreas onde a humidade relativa tem os seus menores valores, coincidindo com as áreas de menor temperatura, sendo observável na (fig. 20.5).

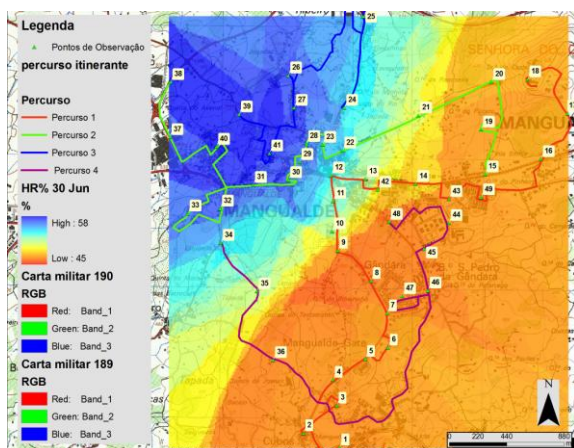


Fig 20.1 – Contraste Higrométrico referente ao dia 30-06-2011

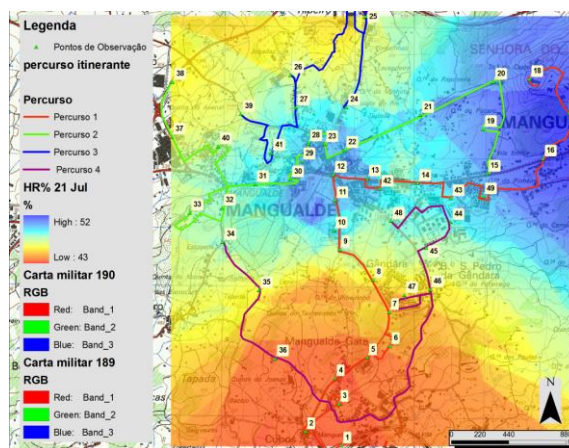


Fig 20.2 – Contraste Higrométrico referente ao dia 21-07-2011

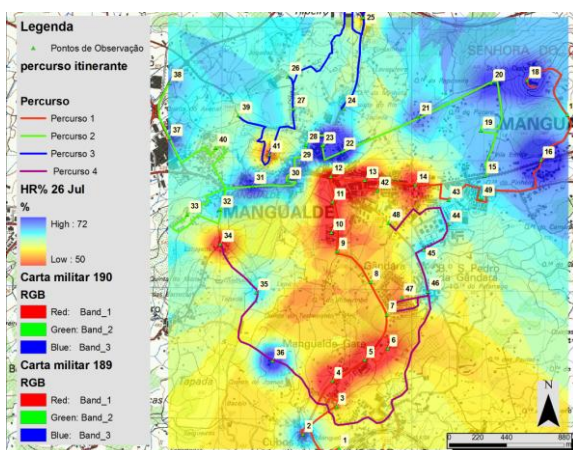


Fig 20.3 – Contraste Higrométrico referente ao dia 26-07-2011

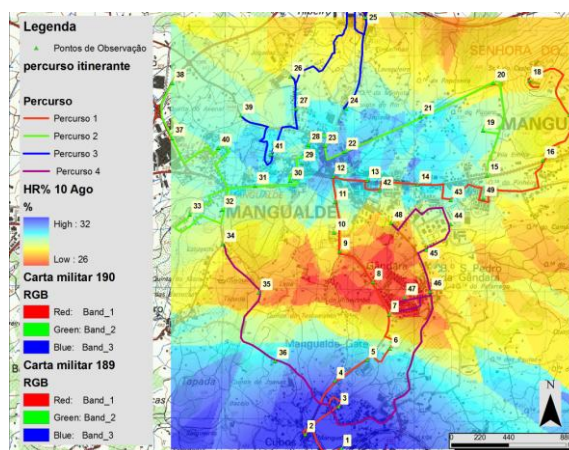


Fig 20.4 – Contraste Higrométrico referente ao dia 10-08-2011

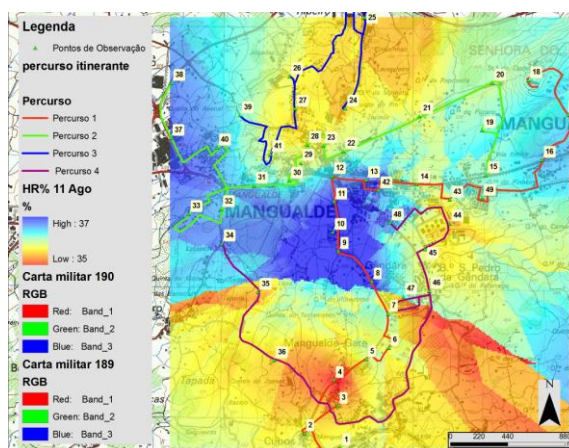


Fig 20.5 – Contraste Higrométrico referente ao dia 11-08-2011

## 4.5 - Perfis termohigrométricos estivais

A análise dos perfis estivais, como já se fez anteriormente para a época invernal, permite estabelecer a evolução das variáveis temperatura e humidade relativa no espaço, comparando-as com o perfil topográfico e com as diferentes ocupações do solo.

### 4.5.1 - Perfil 1

#### 4.5.1.1 - Temperatura

O perfil 1 começa no ponto 37 PSA (Peugeot/Citroën) e termina na área das Escolas, tendo uma direcção Noroeste – Sudeste. Feitas as cinco observações a temperatura varia ao longo de todo o perfil como se observa na (fig. 21.1). O dia 21-07-2011 aquele que se destaca pela sua temperatura inferior em relação à das restantes observações. Iniciando-se com a temperatura mais elevada no ponto 37, esta diminui até ao ponto 29, a partir do qual, imediatamente a seguir, aumenta na área urbana da cidade, gozando do maior aglomerado de calor do centro da cidade. Termina nas Escolas com uma ligeira diminuição da temperatura. Em todas as observações há um decréscimo após o ponto 40 (bairro de São João), para, a partir do Complexo Paroquial, onde atinge o seu mínimo, a temperatura aumentar com o adensamento da malha urbana da cidade. O ponto 14 (Rua Azurara da Beira) regista a temperatura mais alta, à excepção do dia 10 de Agosto, em que regista uma ligeira diminuição. A tendência, em todos os dias, é para um decréscimo na área das Escolas, muito pelo despovoamento nocturno desta área.

## 4.5.1.2 - Humidade relativa

A humidade relativa, no perfil 1, regista variações significativas, dependendo sempre das condições sinópticas. Destaca-se o dia 10-08-2011, onde o vento que se fazia sentir provocou, na baixa troposfera, uma diminuição da humidade relativa. Em todas as observações há uma descida da humidade relativa a partir do ponto 37 PSA (Peugeot/Citroën). A Rua de São Julião (ponto 28) e o Complexo Paroquial (ponto 29) registam um aumento higrométrico significativo para, em seguida, no ponto 12 (centro da cidade), onde a ilha de calor se intensifica, a humidade relativa diminuir notavelmente, culminando em algumas das observações com a ilha de secura. A humidade relativa estabiliza na sua progressão para Sudeste. Em seguida há uma redução higrométrica significativa na área das Escolas, já identificada aquando das observações invernais como uma área de secura, verificando-se e repetindo-se novamente na época estival. Esta diminuição higrométrica é fundamentalmente o resultado da substituição da vegetação por áreas pavimentadas e construídas e que à noite se despovoam. A excepção foi o dia 26-07-2011, onde a humidade relativa registou um aumento nesta área. Sendo estas variações observadas na (fig. 21.2).

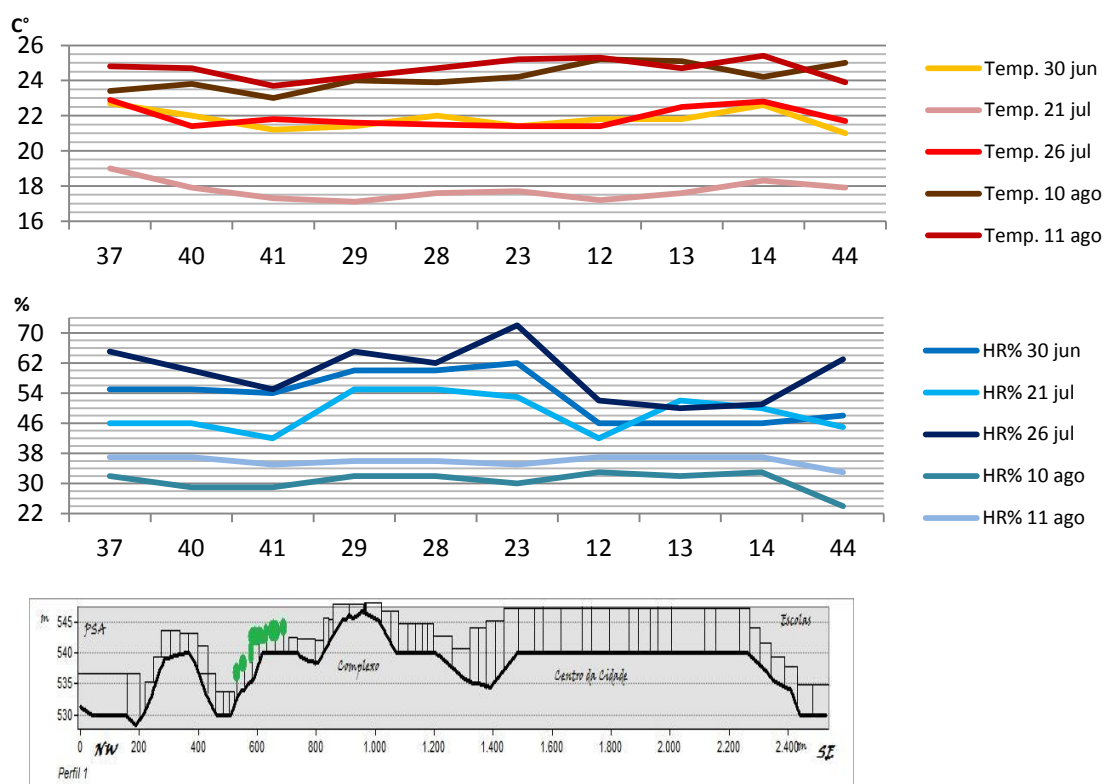


Fig 21.1 – Perfil Térmico; Fig 21.2 – Perfil Higrométrico; Fig 21.3 – Perfil Topográfico 1

## 4.5.2 - Perfil 2

### 4.5.2.1 - Temperatura

O perfil 2 inicia-se na Senhora do Castelo, o ponto de cota mais elevada da área de estudo (ponto 18) e termina no ponto 33 (Bairro de Nossa Senhora da Imaculada Conceição). A temperatura, neste perfil, não tem uma variação significativa entre todas as observações, à excepção do dia 10-08-2011, em que se regista uma diminuição da temperatura ao longo da Avenida da Senhora do Castelo com se observa na (*fig. 22.1*). No ponto 21 sofre uma inflexão mais pronunciada, aumentando em seguida com o adensamento da malha urbana (ponto 22). Na observação de dia 10-08-2011, sob fluxo sinóptico fraco, o ponto 21 (Avenida da senhora do Castelo) foi sujeito a um maior efeito de abrigo, registando uma temperatura mais elevada. A temperatura volta a aumentar, estabilizando depois com a progressão para Sudoeste. Em algumas observações, como a 30-06-2011 e a 10-08-2011, por se encontrar sobre a protecção dos fustes da Mata dos Condes, e por contra-irradiação, a temperatura tem um ligeiro aumento.

### 4.5.2.2 - Humidade relativa

A humidade relativa tem, no dia 10-08-2011, especial destaque. O vento registado contribuiu para a discriminação deste dia, tendo uma variação longitudinal pouco significativa, revelando valores higrométricos baixos. Por acção do vento, o centro urbano da cidade de Mangualde (pontos 22 e 30) tem um aumento notável da humidade relativa, induzido pela maior densidade urbana e a consequente diminuição da velocidade do vento nesta área. A última observação (11-08-2011) não tem uma variação significativa na sua progressão espacial, não sendo possível distinguir qualquer padrão higrométrico. Nas outras observações, a humidade relativa diminui ao longo da Avenida da Senhora do Castelo, verificando-se igualmente o aumento higrométrico na área urbana da cidade de Mangualde (ponto 22; 30), mas nestas observações a intensidade desse aumento é bem mais significativo, com valores de humidade relativa mais elevada, podendo ser observados na (*fig. 22.2*).

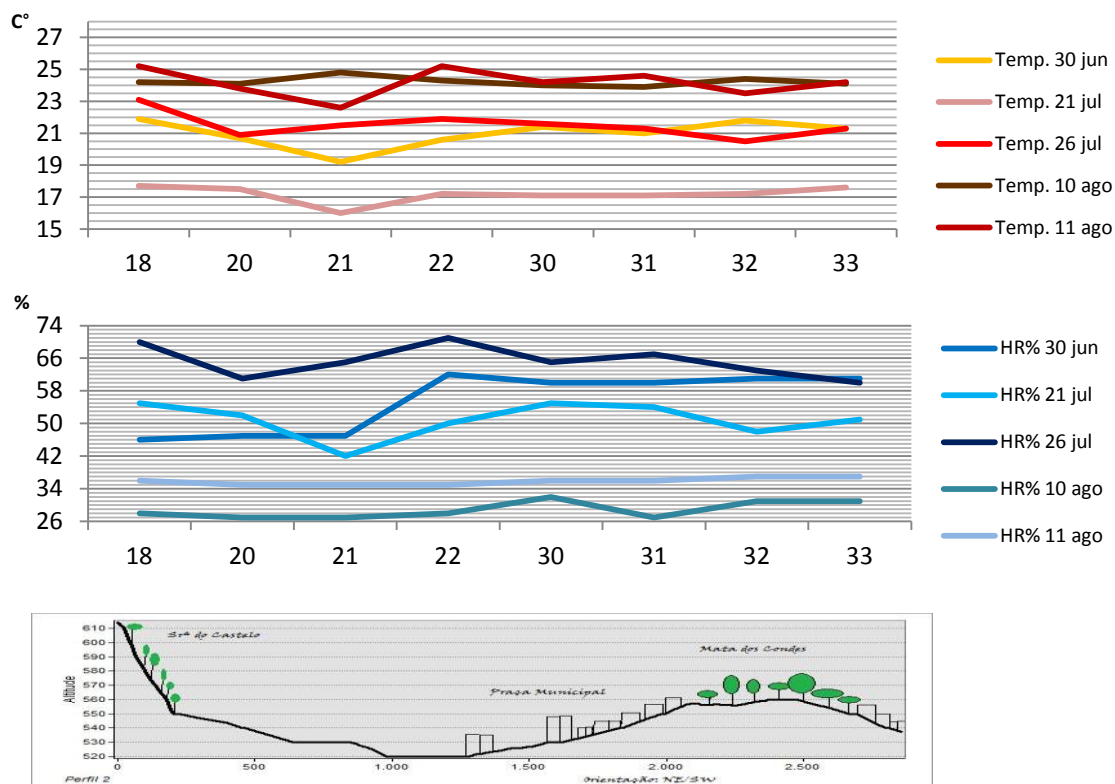


Fig 22.1 – Perfil Térmico; Fig 22.2 – Perfil Higrométrico; Fig 22.3 – Perfil Topográfico 2

### 4.5.3 - Perfil 3

#### 4.5.3.1 - Temperatura

O perfil 3 começa no ponto 25 (Pingo Doce) e termina no ponto 2 (Largo de Santa Marta, Cubos), correspondendo ao ponto de menor cota da área de estudo. Tem uma direcção Norte – Sul e representa o perfil longitudinal. A temperatura nas observações estivais aumenta progressivamente em direcção a Sul sendo observável na (fig. 23.1). A maior concentração urbana provoca na temperatura um aumento significativo. A diminuição da temperatura nos pontos (9 e 8) é induzida pelas áreas agrícolas a Sul da Cidade de Mangualde. No Bairro da Gândara a temperatura volta a aumentar significativamente pela maior densidade urbana, onde estabiliza formando-se assim um “colo térmico”, correspondendo às áreas das ilhas de calor. A temperatura no ponto 3 (Cubos) tem, em quase todas as observações, o seu máximo, não só no perfil, como em toda a amostra, para logo depois diminuir drasticamente no ponto 2 (Largo da Santa Marta, Cubos). A excepção é a observação do dia 10-08-2011, que embora tenha a mesma tendência inicial, não é possível verificar a diminuição a Sul da cidade



de Mangualde devido às áreas agrícolas, e também, no ponto 2, onde pela sua posição depressiva e abrigada ao vento de Nordeste, a temperatura não diminui, mantendo-se estável.

#### 4.5.3.2 - Humidade relativa

A humidade relativa, na sua fase inicial, aumenta, acompanhando o aumento da temperatura. Com a densidade urbana a temperatura diminui na razão inversa, excepção feita ao dia 21-07-2011, onde há um registo mais elevado no centro urbano da cidade de Mangualde. Nas áreas agrícola a Sul da cidade, a humidade relativa estabiliza, aumentando ligeiramente no ponto 5 (Centro de Saúde), variando em seguida, umas vezes positivamente, como é o caso das observações de 26-07-2011 e 10-08-2011, outras vezes variam negativamente, como no caso das observações de 30-06-2011 e 21-07-2011, estando sempre estas variações relacionadas com as diferentes condições sinópticas. No último dia de observações, a variação higrométrica foi pouco significativo, sendo difícil a definição de um padrão de comportamento higrométrico nesse dia como se verifica na (fig. 23.2).

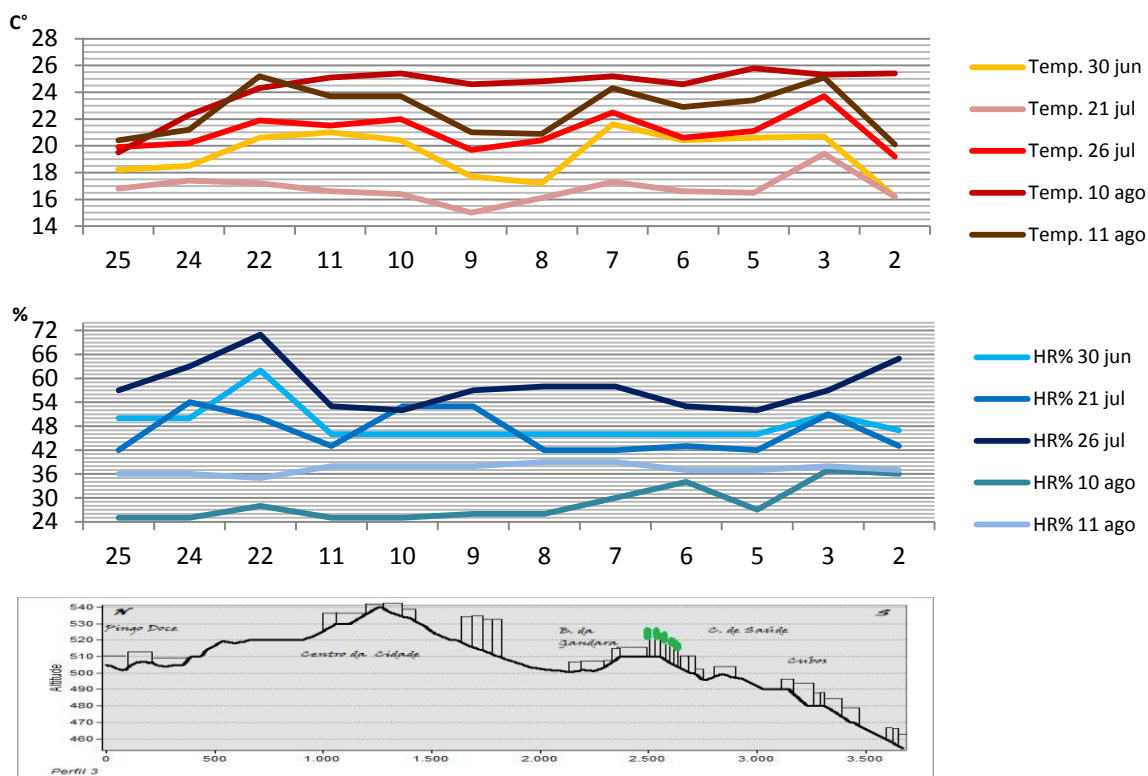


Fig 23.1 – Perfil Térmico; Fig 23.2 – Perfil Higrométrico; Fig 23.3 – Perfil Topográfico 3

## 5 - Análise dos resultados estivais

À semelhança da análise que foi feito para a época invernal, também na época estival se fez uma análise através da regressão linear simples. Analisando-se as variáveis climáticas dependentes na sua relação com os factores climáticos, sendo os mesmos da análise invernal.

### 5.1 - Temperatura

Como já foi referido anteriormente, as observações variam em grande parte devido às condições sinópticas, os coeficientes resultantes das relações estabelecidas entre as variáveis e os factores podem ser observados na (*Tabela 21*). O primeiro dia de observações estivais demonstrou uma relação linear inversa, mais significativa entre a temperatura e a área agrícola, com valores de  $r=0,555$  e  $r^2=0,308$ , e com um poder explicativo de 30,8%. Este é o factor que mais contribui para a descida da temperatura, estendendo-se a todas as observações estivais. As relações que evidenciam uma temperatura mais elevada são estabelecidas com a área urbana de forte ocultação do horizonte e com a altitude. Essas relações lineares são traduzidas por valores de  $r=0,429$  e  $r^2=0,184$ , e  $r=0,456$  e  $r^2=0,208$ , com um valor explicativo de 18,4% e 20,8%, respectivamente. A área urbana de forte ocultação do horizonte é nesta amostra um factor importante na explicação da concentração do calor no centro urbano e na explicação da ilha de calor.

O segundo dia tem a área agrícola e a área verde como os factores que revelam relações lineares inversas mais intensas, com valores de  $r=0,404$  e  $r^2=0,163$ , e  $r=0,328$  e  $r^2=0,108$ , e com um poder explicativo de 16,3% e 10,8%, sendo assim os factores mais significativos na explicação do arrefecimento. Na relação linear positiva entre a temperatura e a área urbana de forte ocultação do horizonte, os valores de  $r=0,374$  e  $r^2=0,140$ , com um poder explicativo de 14%, revela a significância deste factor na explicação da concentração do calor, mais uma vez, como referido atrás, a área urbana de forte ocultação do horizonte é o factor que melhor explica a ilha de calor.

O terceiro dia de observações continua a revelar a mesma tendência das observações anteriores. A área agrícola, à semelhança da área verde, são os dois

factores que influenciam e explicam a diminuição da temperatura, essencialmente na periferia. Os valores de  $r=0,429$  e  $r^2=0,184$ , e  $r=0,312$  e  $r^2=0,097$ , com um poder explicativo de 18,4% e 9,7%, revelam as relações lineares inversas mais significativas. Mais uma vez a área urbana de forte ocultação do horizonte, com valores de  $r=0,434$  e  $r^2=0,189$ , e tendo um poder explicativo de 18,9%, é sinónimo da sua maior significância na explicação do calor urbano. A altitude, nesta observação, também revela uma relação linear simples significativa com a temperatura, com valores de  $r=0,364$  e  $r^2=0,133$ , e com um poder explicativo de 13,3%.

Na quarta observação não se obtiveram valores muito elevados, embora as condições sinópticas registadas, onde a velocidade do vento, fraca, tenha condicionado os contrastes térmicos, foi possível verificar que, embora com valores baixos, a área agrícola é a que revela uma relação linear inversa mais significativa. Com valores de  $r=0,148$  e  $r^2=0,022$ , possui um poder explicativo de 2,2%. A área não verde assume também ela uma relação linear inversa para esta observação, com valores de  $r=0,116$  e  $r^2=0,013$ , e tendo um poder explicativo de 1,3%, o que, não sendo relevante, é revelador do contributo das áreas mais expostas na explicação da diminuição da temperatura. No entanto é a área urbana de forte ocultação do horizonte que revela uma relação linear mais intensa, com valores de  $r=0,127$  e  $r^2=0,016$ , e com um poder explicativo de 1,6%, o que, tendo pouco significado, é revelador da aglomeração de calor das áreas urbanas.

A quinta e última observação volta a revelar a área agrícola como o factor que traduz uma relação linear inversa. Os valores de  $r=0,537$  e  $r^2=0,289$ , com um poder explicativo de 28,9%, demonstram a importância deste tipo de ocupação do solo na diminuição da temperatura. A altitude tem nesta observação valores significativos, sendo que os valores de  $r=0,500$  e  $r^2=0,250$ , e o seu poder explicativo de 25%, revelam a relação linear intensa. A área urbana de forte ocultação do horizonte também revela uma relação linear significativa, com valores de  $r=0,453$  e  $r^2=0,205$ , e um poder explicativo de 20,5%, sendo assim um dos factores que mais contribuem para a explicação da intensidade da ilha de calor no centro da cidade e a sua prolongação para a Senhora do Castelo.

Tabela 21 Quadro 21 – Padrões dos coeficientes relativos à temperatura estival

Temp.	Altitude		Forte Ocul.		Fraca Ocul.		Área florestal		Área agrícola		Área verde		Área não verde	
	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	R	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>
30-jun	0,456	0,208	0,429	0,184	0,186	0,035	0,091	0,008	0,555	0,308	0,389	0,151	0,142	0,002
21-jul	0,035	0,001	0,374	0,140	0,142	0,020	0,058	0,003	0,404	0,163	0,328	0,108	0,022	0,001
26-jul	0,364	0,133	0,434	0,189	0,081	0,007	0,078	0,006	0,429	0,184	0,312	0,097	0,047	0,002
10-ago	0,087	0,008	0,127	0,096	0,017	0,000	0,165	0,027	0,148	0,022	0,018	0,000	0,116	0,013
11-ago	0,500	0,250	0,453	0,205	0,159	0,025	0,022	0,000	0,537	0,28,9	0,276	0,076	0,076	0,006

Tabela 21 – Coeficientes correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), temperatura estival

## 5.2 - Humidade relativa

Na primeira observação é a altitude que regista uma maior intensidade na sua relação linear simples com a humidade relativa. Os valores de  $r=0,253$  e  $r^2=0,054$ , mostram um poder explicativo de 5,4%. A relação linear inversa estabelecida entre a humidade relativa e a área agrícola e a área verde, com valores de  $r=0,205$  e  $r^2=0,042$  e  $r=0,210$  e  $r^2=0,044$ , possuem um poder explicativo de 4,2% e 4,4%, respectivamente.

A segunda observação revela contrastes higrométricos muito diferenciados. A relação linear inversa entre a humidade relativa e a área não verde é a que revela maior intensidade, com valores de  $r=0,216$  e  $r^2=0,047$ , e poder explicativo de 4,7%. As relações estabelecidas entre a humidade relativa e a área agrícola como também com a área verde, embora menos significativas, continuam nesta observação a ter uma relação inversa. A altitude é o factor que revela uma maior intensidade da sua relação com a humidade relativa, com valores de  $r=0,617$  e  $r^2=0,381$ , e poder explicativo de 38,1%, o que é muito significativo. A área urbana de forte ocultação do horizonte, também revela alguma significância. Os valores obtidos de  $r=0,387$  e  $r^2=0,150$ , e o poder explicativo de 15%, demonstram que estas relações são responsáveis pela explicação da ilha de humidade, que se instalou na cidade, e pela maior humidade relativa da senhora do Castelo.

A terceira observação revela a área florestal como o factor com a relação linear inversa mais intensa. Os seus valores de  $r=0,100$  e  $r^2=0,010$ , e o poder explicativo de 1%, demonstram essa relação, ainda que esta não seja muito significativa. A altitude é novamente o factor que revela uma relação linear mais intensa. Os valores de  $r=0,386$

e  $r^2=0,149$ , e o poder explicativo de 14,9% disso são exemplo, sendo a relação mais significativa da observação.

A quarta observação tem nas áreas verde e não verde as suas relações lineares inversas mais intensas, revelando valores higrométricos mais baixos, traduzidas por valores de  $r=0,334$  e  $r^2=0,111$ , e  $r=0,244$  e  $r^2=0,060$ , e um poder explicativo de 11,1% e 6%, respectivamente. As áreas mais expostas ao vento são as que registam, como consequência do mesmo, valores de humidade relativa mais baixos. As áreas urbanas, nomeadamente a área urbana de forte ocultação do horizonte e a área urbana de fraca ocultação do horizonte, são os factores que revelam uma relação linear mais intensa. Os valores de  $r=0,223$  e  $r^2=0,050$ , e  $r=0,218$  e  $r^2=0,047$ , revelam um poder explicativo de 5% e 4,7%, respectivamente, sendo responsáveis pela explicação dos valores higrométricos mais elevados nas áreas urbanas, por estas estarem protegidas da maior velocidade do vento e por consequência a sua superfície ser mais húmida que a envolvente rural.

A quinta e última observação não teve contrastes higrométricos significativos. Nesse sentido, os valores obtidos dos coeficientes não são relevantes. Assim, é a altitude que tem a relação linear inversa mais marcada, obtendo-se valores de  $r=0,095$  e  $r^2=0,009$ , tendo um poder explicativo de 0,9%, o que não tem significado. A área florestal, por sua vez, é o factor que revela uma relação linear mais intensa. Os valores obtidos de  $r=0,121$  e  $r^2=0,015$ , com um poder explicativo de 1,5%, o que é insignificante, reflectem os maiores valores da humidade relativa na área da Mata dos Condes. Podendo as relações estabelecidas entre as variáveis e os factores climáticos ser observadas na (Tabela 22).

Tabela 22 Quadro 22 – Padrões dos coeficientes relativos à humidade relativa estival

HR%	Altitude		Forte Ocul.		Fraca Ocul.		Área florestal		Área agrícola		Área verde		Área não verde	
	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>	r	r <sup>2</sup>
30-jun	0,233	0,054	0,187	0,035	0,133	0,018	0,028	0,001	0,205	0,042	0,210	0,044	0,094	0,009
21-jul	0,617	0,381	0,387	0,150	0,083	0,007	0,112	0,013	0,114	0,013	0,104	0,011	0,216	0,047
26-jul	0,386	0,149	0,079	0,006	0,061	0,004	0,100	0,010	0,170	0,029	0,163	0,026	0,024	0,001
10-ago	0,127	0,016	0,223	0,050	0,228	0,047	0,023	0,001	0,049	0,002	0,334	0,111	0,244	0,060
11-fev	0,095	0,009	0,026	0,001	0,085	0,007	0,121	0,015	0,055	0,003	0,081	0,006	0,088	0,007

Tabela 22 – Coeficientes correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), humidade relativa estival

## 6 - Análise de clusters

A análise de clusters permitiu hierarquizar os pontos segundo as suas características. Este é um primeiro passo para a definição dos topoclimas. Utilizando o método “Ward” e a média da distância “euclidiana<sup>2</sup>”, procedeu-se à análise dos pontos. Numa primeira abordagem os pontos foram agrupados segundo as características de ocupação do solo, sendo este factor o que mais influencia a agregação dos pontos, neste caso em quatro clusters, nomeadamente:

**Cluster 1** – Constituído pelos pontos 3, 13, 27, 33, 40, 41 e 49, caracteriza as áreas homogéneas em relação ao uso do solo da categoria “área urbana de fraca ocultação do horizonte”. Calculando as médias obteve-se uma temperatura média de 3,5°C, uma humidade relativa média de 56% e uma velocidade do vento média de 0,7km/h, valores para a época invernal. Para a época estival as médias obtidas foram de 21,9°C de temperatura média e 45,2% de humidade relativa média.

**Cluster 2** – Constituído pelos pontos 10, 14, 22, 23, 29, 30, 37, 42 e 47, caracteriza as áreas de maior densidade e volumetria da construção (área urbana de forte ocultação do horizonte). Calculando as médias verifica-se que a temperatura média é de 3,6°C, a humidade relativa média é de 55% e a velocidade média do vento registada é de 0,8km/h, para a época invernal. Para a época estival a temperatura média obtida foi de 22°C e a humidade relativa média de 46,6%.

**Cluster 3** – Constituído pelos pontos 1, 5, 11, 12, 20, 31, 38, 43 e 44, representam áreas muito heterogéneas na ocupação e uso do solo, tanto na periferia como no centro urbano. Calculando-se as médias, verifica-se que a temperatura média é de 3,2°C, a humidade relativa média é de 57% e a velocidade média do vento é de 1,1km/h, para a época invernal. Para a época estival a temperatura média obtida foi de 21,6° e a humidade relativa média de 43,9%.

**Cluster 4** – Constituído pelos pontos 2, 4, 6, 7, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 28, 32, 34, 35, 36, 39, 45, 46 e 48, representam as áreas mais periféricas. Calculando as médias verifica-se que a temperatura média é de 2,9°C, a humidade relativa apresenta uma média de 55% e uma velocidade média do vento de 1,1km/h, para a época

invernal. Para a época estival a temperatura média obtida foi de 20,7°C e a humidade relativa média foi de 44,2%.

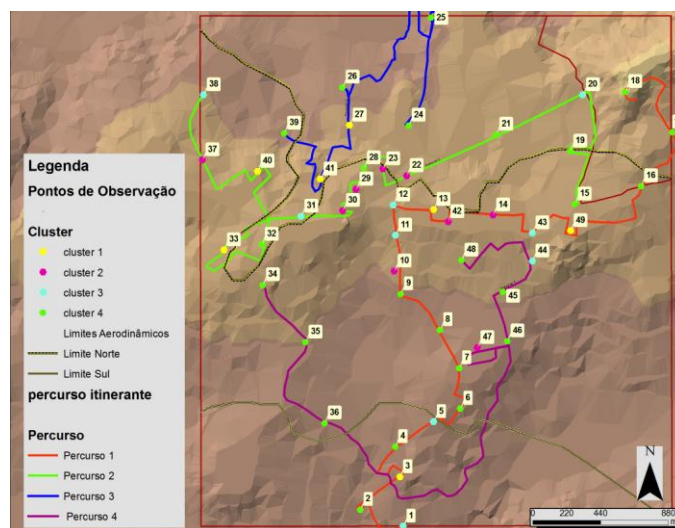


Fig 24.1 – Distribuição espacial dos Clusters

## 7 - Análise dos Climatopos

Em Portugal começa a ser usual a criação de cartografia específica de síntese climática para o apoio à decisão no ordenamento urbano. M. J. Alcoforado *et. al.* (2005) refere alguns relatórios que se foram elaborando sobre a temática, para diversas cidades. Os climatopos, sendo áreas de homogeneidade do ponto de vista físico (morfologia urbana e posição topográfica), interagem de modo particular com a atmosfera. A cada climatopo corresponderá um clima próprio (M. J. Alcoforado, 1999; Scherer *et. al.*, 1999). A definição destas áreas é de imperativa importância na tomada de decisão quanto ao ordenamento urbano.

A informação reunida sobre as variáveis climáticas, o uso solo e a topografia, foi trabalhada em ambiente SIG. Através do cruzamento destes factores, permitiu a definição cartográfica de climatopos. Baseado na simplicidade definida à priori, aquando da quantificação das áreas dos buffers do uso do solo. Assim, o comportamento climático verificado em algumas dessas categorias do uso do solo levou à sua agregação, tornando-se mais simplista, mas revestido de uma maior objectividade.

Este processo resultou na definição dos seguintes climatopos observáveis na (*fig. 23*):

**Climatopo 1** - Espaço florestal, em posição sobreelevada, sendo caracterizado pela sua topografia soerguida em relação à envolvência, factor fundamental nos contrastes espaciais, bem como inter-nocturnos, ficando a Norte do limite aerodinâmico, é a área mais exposta ao vento, essencialmente ao vento de Nordeste.

**Climatopo 2** - Espaço florestal de elevada densidade, reflecte as áreas vegetais constituídas por espécies arbóreas de desenvolvimento notável e de densidade significativa, imprimindo características diferenciadas nas condições climáticas da cidade e da sua envolvência, estando associado à ambiência favorável quanto aos aspectos do bioclima humano.

**Climatopo 3** - Espaço agrícola e verde, este climatopo reúne áreas que tem comportamentos semelhantes. A sua posição periférica e as características que revelaram nas observações, de forma genérica, estão associadas ao arrefecimento térmico. A sua exposição é uma característica evidenciada nas duas tipologias agregadas, assim, a velocidade do vento neste climatopo tem a sua intensidade máxima nos diferentes rumos estudados (Norte e Nordeste).

**Climatopo 4** - Espaço urbano de volumetria reduzida, é caracterizado pela ocupação densa de edifícios de volumetria menor. As observações revelam a intervenção do efeito de atrito e de aglomeração de calor. Estão geralmente associadas ao arquipélago de calor que se forma sob fluxo atmosférico fraco a moderado.

**Climatopo 5** - Espaço urbano de elevada volumetria, este climatopo é caracterizado pela ocupação densa de edifícios de volumetria considerável, para o contexto da cidade de Mangualde. Possui elevada concentração de calor em situações de calma, principalmente no centro da cidade, onde a ilha de calor se intensifica. Revelam forte atrito à velocidade do vento.

**Climatologia 6** - Espaço de uso misto, este climatopo restringe-se ao sector Sudeste da área de estudo, não tendo sido alvo das observações itinerantes, por se encontrar distante da área urbana. É caracterizado por um uso do solo misto, onde a ocupação florestal, agrícola e algumas construções se interligam e estruturam a paisagem.



Tabela 23 Quadro 23 – Os climatopos

Unidade	Tipo de ocupação	Local	Comportamento Aerodinâmico	Comportamento Termohigrométrico
1	Espaço florestal em posição sobre elevada	Monte da Senhora do Castelo	Área de elevada exposição aerodinâmica	Variável; muito dependente das condições sinópticas
2	Espaço florestal de elevada densidade	Mata dos Condes; Quinta do Alpoim; Cães de cima; Av. Montes Hermínios	Redução da velocidade do vento	Áreas de ambiência agradável
3	Espaço agrícola e verde	Quinta dos Condes; Gândara; Quinta do Avenal; Av. da Senhora do Castelo	Fraca rugosidade, elevada exposição aerodinâmica	Áreas frescas e de humidade reduzida sob fluxo fraco a moderado
4	Espaço urbano de volumetria reduzida	Aldeia de Cubos; B. da N. S <sup>a</sup> . I. Conceição; B. do Moderno; B. S, Julião; Quinta da Sampaia	Elevada rugosidade, diminuição da velocidade do vento	Ilha de calor sob fluxo fraco a moderado, a humidade dependente das condições sinópticas
5	Espaço urbano de elevada volumetria	L. do Rossio; L. do Dr. Couto; B. da Gândara; Escolas; PSA	Elevada rugosidade, diminuição drástica da velocidade do vento	Ilha de calor intensa e de intensidade máxima
6	Espaço de uso misto	Quinta das Paulas; Quinta do Morangal; Quintas da Ribeira	Fraca rugosidade, exposição aerodinâmica	Área fresca e de humidade reduzida sob fluxo fraco a moderado

Tabela 23 – Características físicas e localização dos Climatopos

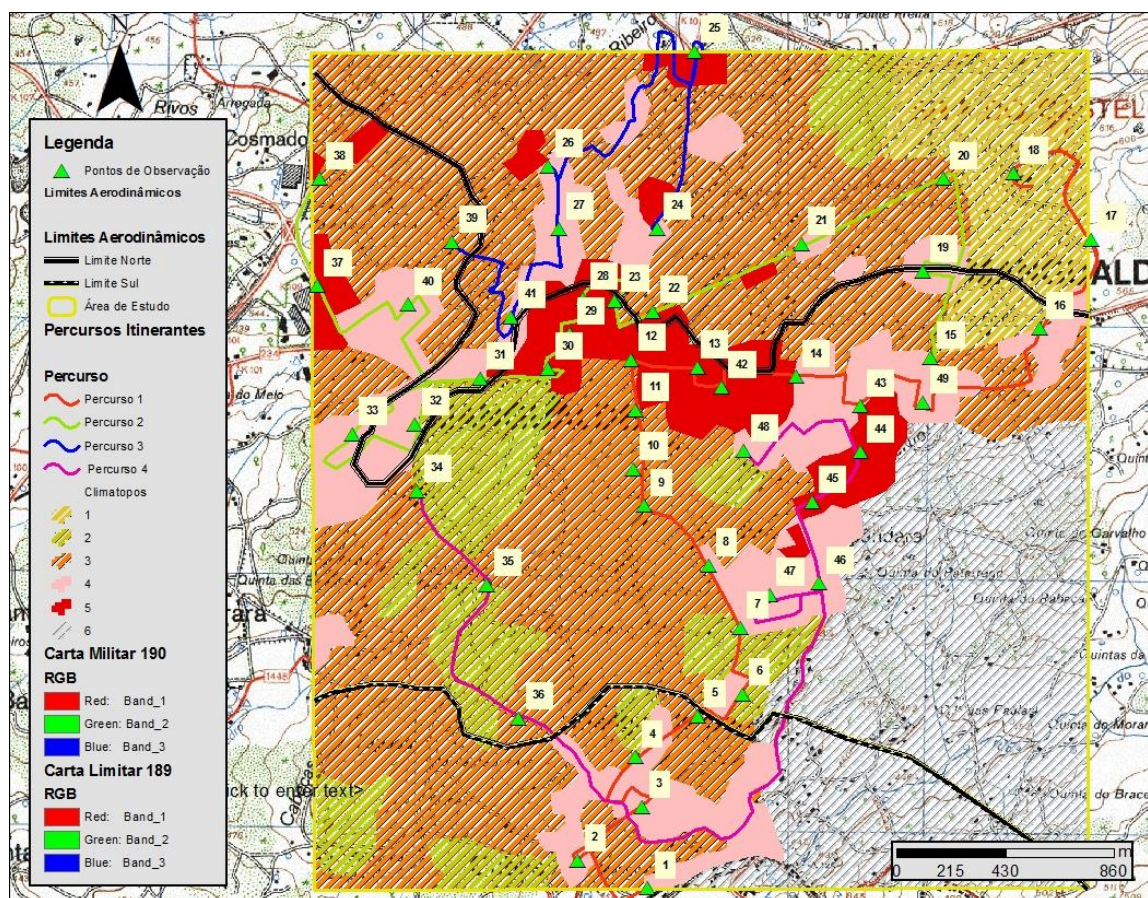


Fig 24.2 – Esboço de Climatopos da cidade de Mangualde

## Capítulo V – Aspectos Bioclimáticos

### 1 - Conforto Bioclimático

O conforto bioclimático sendo uma sensação subjectiva, representa a percepção individual das variáveis climáticas e do seu impacte na saúde e na qualidade de vida dos cidadãos. Os fenómenos extremos induzem sobre o corpo humano a necessidade de se adaptar (homeoestasia), contribuindo assim para a necessária termo-regulação. Controlada pelo hipotálamo, é uma estrutura do encéfalo, situada entre o tálamo e a pituitária, que tem o controlo do sistema nervoso autónomo, que recebe informações oriundas dos termo receptores profundos (encéfalo, medula espinal e abdómen) e periféricos (pele) (TROMP, 1997 in ANDRADE, 2003). Assim, conforto térmico pode ser definido como um conjunto de condições onde existem mecanismos de autorregulação mínimos ou quando um numero elevado de pessoas manifestam bem-estar térmico (GARCIA, 1996).

Para medir as diferentes sensações, no Inverno e no Verão, foram utilizados dois índices de carácter distinto, um para o Inverno e outro para o Verão. As sensações de desconforto no Inverno advêm da relação entre a temperatura e o vento. A velocidade do vento provoca nos indivíduos uma diminuição da temperatura aparente, removendo a película térmica que reveste o corpo humano, expondo-o a situações extremas de frio (stress térmico). Este arrefecimento é traduzido pelo *Índice Wind Chill*, sendo este um número que expressa o efeito de arrefecimento do ar em movimento a diferentes temperaturas. A temperatura baixa e a maior velocidade do vento podem provocar lesões por hipotermia, congelando, e em casos extremos de elevada exposição, podem causar a morte. Nesse sentido foram escolhidos dois dias da amostra, o dia 24-12-2010 e o dia 22-01-2011, pois foram os únicos a registar vento. Esta sensação é traduzida pela fórmula:

$$WC = 13.12 + 0.6215 \times T - 11.37 \times V_{10m}^{0.16} + 0.3965 \times T \times V_{10m}^{0.16}$$

**WC** = Wind Chill (Kcal/m<sup>2</sup>/h);

**V** = Velocidade do Vento (km/h);

**T** = Temperatura (C°)

Retirada de: [www.meteo.pt](http://www.meteo.pt)

No verão, as sensações de desconforto, ao contrário do Inverno, advêm da elevada temperatura e da humidade relativa também ela elevada. Em condições extremas, como ondas de calor, principalmente à noite, com o aumento da humidade relativa, o desconforto e o stress térmico são mais pronunciadas. Assim, no Verão, o desconforto térmico está ligado às temperaturas mais elevadas. Nesse sentido a temperatura aparente para a época estival é tão mais elevada quanto maior for o valor da temperatura e da humidade. Com a elevada humidade relativa na atmosfera, a evapotranspiração diminui, sendo esta a responsável, através da respiração e da transpiração, pelo arrefecimento do metabolismo. Com a elevada humidade este calor metabólico não é libertado, causando grandes sensações de desconforto. Estas situações são mais evidentes em “noites tropicais”, aquelas em que as temperaturas mínimas não descem abaixo de 20°C.

Para a verificação da percepção climática estival foram escolhidos dois dias da amostra, o dia 26-07-2011 que foi o dia mais húmido e o dia 10-08-2011, que foi a observação com a temperatura média mais elevada. Nesse sentido usou-se o *Heat Index* para calcular a temperatura aparente estival, sendo traduzido pela fórmula:

$$HI = c_1 + c_2T + c_3R + c_4TR + c_5T^2 + c_6R^2 + c_7T^2R + c_8TR^2 + c_9T^2R^2$$

HI = Heat Index

T = Temperatura Ambiente

R = Humidade Relativa

$C_1 = -42,38$ ;  $C_2 = 2,049$ ;  $C_3 = 10,14$ ;  $C_4 = -0,2248$ ;  $C_5 = -6,838 \times 10^{-3}$ ;  $C_6 = -5,482 \times 10^{-2}$ ;  $C_7 = 1,228 \times 10^{-3}$

## 2 - Época Invernal

### 2.1 - Resultados obtidos (Regressão Linear Simples)

As duas observações itinerantes que registaram uma velocidade do vento significativa, conjugada com temperatura baixa, foram os dias 24-12-2010 e 22-01-2011, que revelam uma temperatura aparente desfavorável, sendo os dias em que a

percepção térmica não corresponde à temperatura real. Para a compreensão da importância destas variáveis e do seu comportamento, aplicou-se o modelo de regressão linear simples. Para o desconforto bioclimático, no dia 24-12-2010, é a temperatura (variável independente) que melhor explica a temperatura aparente, sendo o seu valor de  $r=0,944$  e  $r^2=0,890$ , com um poder explicativo de 89%, portanto, muito significativo ( $\text{sig}=0,000$ ). O vento, não obtendo valores tão significativos ( $\text{sig}=0,236$ ), revela resultados de  $r=0,172$  e  $r^2=0,030$ , tendo um poder explicativo de, apenas, 3%, ficando assim patente a menor intensidade da relação linear destas duas variáveis.

No dia 22-01-2011 a intensificação da velocidade do vento diminuiu a importância da temperatura na relação linear com a temperatura aparente. Dando especial protagonismo à velocidade do vento, que apresenta uma relação linear inversa com a temperatura aparente, obtendo valores de  $r=0,842$  e  $r^2=0,710$ , com um poder explicativo de 71% e uma elevada significância ( $\text{sig}=0,000$ ). A temperatura, perdendo protagonismo, revela uma relação linear onde os valores dos coeficientes obtidos são de  $r=0,092$  e  $r^2=0,008$ , e um poder explicativo de 0,8%, insignificante ( $\text{sig}=0,531$ ) desta relação.

Tabela 24 Quadro 24 – Padrões dos coeficientes relativos ao bioclima invernal

Época Invernal	Temperatura				Velocidade do Vento			
	r	r <sup>2</sup>	Sig	Erro estimado	r	r <sup>2</sup>	Sig	Erro estimado
24-12-2010	0,944	0,890	0,000	0,000	0,172	0,030	0,236	0,703
22-01-2011	0,092	0,008	0,531	0,981	0,842	0,710	0,000	0,531

Tabela 24 – Coeficiente de correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), referentes ao bioclima invernal

## 2.2 - Efeitos Bioclimáticos Espaciais

Os contrastes dos efeitos bioclimáticos no espaço, revelam, nos dias observados, situações de desconforto ligado ao frio, muito díspares como se pode ver nas (*fig. 25.1 e fig. 25.2*). No dia 24-12-2011, com vento Norte, as áreas de maior desconforto térmico situam-se na área agrícola superior à aldeia de Cubos e na área das Escolas. A

área a Norte da área de estudo é indubitavelmente a área de maior conforto, seguida do centro urbano da cidade de Mangualde e de uma pequena aglomeração a Sul, na aldeia de Cubos. Assim, a longa ilha de calor que se estendia do centro urbano para Sul, é removida pela conjugação da velocidade do vento, que aproveitando o declive e pouco atrito inerente à ocupação do solo, se intensifica. A mancha catabática registada no sopé do Monte da Senhora do Castelo, por ter a sua velocidade menor que 4,8km/, justificada pelo suave fluxo de gravidade drenado pelas vertentes do Monte, não possui uma direcção capaz de ser definida, não tendo assim, a capacidade de influenciar negativamente a percepção bioclimática. Este facto é justificado pelo valor dos coeficientes obtidos na relação linear estabelecida entre a velocidade do vento e a temperatura aparente.

No dia 22-01-2011, com vento de Nordeste, os contrastes dos efeitos bioclimáticos espaciais sofrem uma modificação significativa. As áreas a Nordeste e a Norte ficam fora do limite aerodinâmico Norte, estando deste modo susceptíveis à maior velocidade do vento e consequentemente a um maior desconforto bioclimático. A sua exposição ao vento de Nordeste faz destas áreas, as que piores sensações térmicas provocam nos cidadãos. As áreas de maior conforto bioclimático são, para a circulação de Nordeste, o centro urbano da cidade, pela rugosidade e o efeito de atrito que associados à ilha de calor desenvolve condições térmicas mais favoráveis aos cidadãos, e a área da PSA (Peugeot/Citroën), que se situa no interior do limite aerodinâmico Norte, ficando numa posição de abrigo.

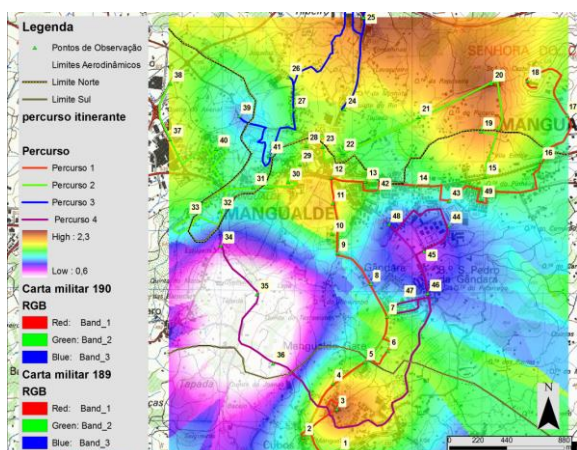


Fig 25.1 – Efeitos Bioclimáticos espaciais referentes ao dia 24-12-2010

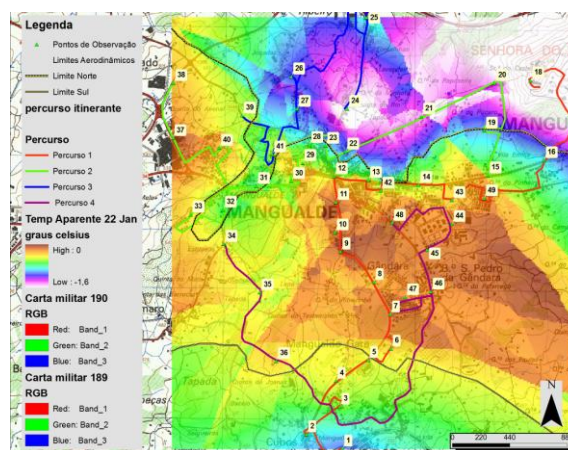


Fig 25.2 – Efeitos Bioclimáticos espaciais referentes ao dia 22-01-2011

### 3 - Época Estival

#### 3.1 - Resultados obtidos (Regressão Linear Simples)

As duas observações escolhidas para esta análise são aquelas que permitem uma maior compreensão deste fenómeno. As suas médias e os seus extremos permitem avaliar os contornos das sensações climáticas ligadas ao calor. Para a compreensão da importância da relação das variáveis temperatura e humidade relativa (independentes), estabelecida com a temperatura aparente (dependente), aplicou-se o modelo de regressão linear simples podendo ser observado na (*Tabela 25*).

No dia 26-07-2011, a temperatura é a variável que demonstra uma relação com a temperatura aparente mais intensa. Os valores de  $r=0,853$  e  $r^2=0,727$ , demonstram um poder explicativo de 72,7%, revelando a sua grande significância ( $\text{sig}=0,000$ ). A humidade relativa mostra ter uma relação linear inversa não muito significativa ( $\text{sig}=0,749$ ). Os valores de  $r=0,047$  e  $r^2=0,002$  têm um poder explicativo de 0,2%, demonstrando a baixa intensidade desta relação.

No dia 10-08-2011, a temperatura volta a ser a variável que demonstra uma relação mais intensa, os seus valores de  $r=0,813$  e  $r^2=0,660$  têm um poder explicativo de 66%, revelando assim uma relação bastante significativa ( $\text{sig}=0,000$ ), sendo novamente a variável que mais influência a temperatura aparente. A humidade relativa nesta observação tem uma relação linear um pouco mais significativa ( $\text{sig}=0,025$ ) do que a humidade relativa da observação anterior. Os valores de  $r=0,320$  e  $r^2=0,102$  têm um poder explicativo de 10,2%, traduzindo uma relação um pouco mais intensa com a temperatura aparente, dando origem a uma noite, onde os valores do *Heat Index* foram superiores a 25°C na maioria dos pontos de observação, obtendo-se assim uma situação de desconforto térmico ligeiramente mais severa que na observação de 26-07-2011.

*Tabela 25 Quadro 25 – Padrões dos coeficientes relativos ao bioclima estival*

Época Estival	Temperatura				Humidade Relativa			
	r	r <sup>2</sup>	Sig	Erro estimado	r	r <sup>2</sup>	Sig	Erro estimado
24-12-2010	0,853	0,727	0,000	1,179	0,047	0,002	0,749	2,253
22-01-2011	0,813	0,660	0,000	0,552	0,320	0,102	0,025	0,897

Tabela 25 – Coeficientes correlação (r) e de determinação (r<sup>2</sup>), bioclima estival

### 3.2 - Efeitos Bioclimáticos Espaciais

Os contrastes bioclimáticos espaciais revelam, nos dias observados, situações de desconforto ligadas ao calor. No dia 26-07-2011, a temperatura aparente resultante da relação da temperatura e da humidade relativa, tem a sua maior intensificação no centro urbano da cidade, coincidindo com a ilha de secura e de calor, à qual a sensação de desconforto é ligeiramente atenuada por este facto. O lugar de maior desconforto situa-se na área da Senhora do Castelo, onde a elevada humidade relativa coincide com a maior temperatura. As áreas mais favoráveis do ponto de vista bioclimático situam-se a Norte e Sudoeste da área de estudo. A humidade relativa mais baixa e as temperaturas mais baixas conferem um conforto bioclimático estival assinalável.

No dia 10-08-2011, os contrastes dos efeitos bioclimáticos são mais intensos. A Sul da área de estudo os efeitos bioclimáticos são mais pronunciados e têm maior impacto no bem-estar da população. A maior humidade relativa e a temperatura elevada coincidem com uma pequena ilha de calor que ali se instalou nesta observação. Este desconforto não é diminuído pelo vento que se fazia sentir aquando desta observação, pois a fraca velocidade do vento e a posição deprimida e abrigada, conferem um maior efeito de abrigo a esta área, permitindo assim a intensificação do desconforto bioclimático. A área a Norte da cidade de Mangualde é, nesta observação, a área mais favorável ao conforto bioclimático. A sua área estende-se ligeiramente para Sul em relação à última observação, correspondendo à área mais fria da cidade. Mesmo na época estival as baixas temperaturas mínimas relacionadas com uma maior secura atmosférica, associadas ao vento, podem induzir sensações de desconforto ligadas ao frio, sendo, porém, raras estas ocorrências. Estes padrões podem ser observados nas (fig. 25.3 e 25.4).

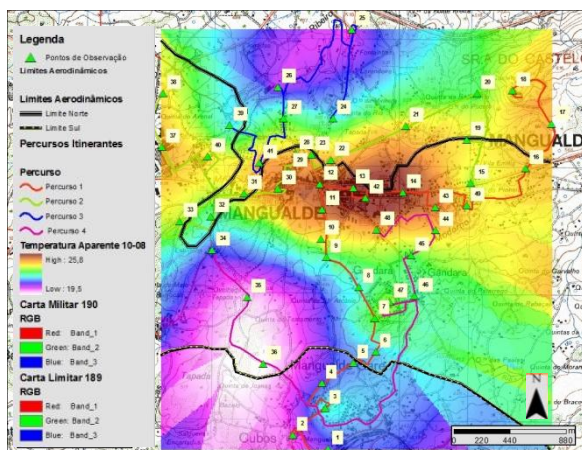


Fig 25.3 – Efeitos Bioclimáticos espaciais referentes ao dia 26-07-2011

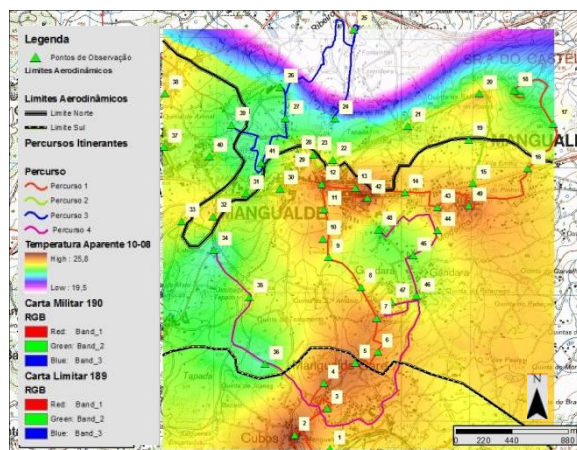


Fig 25.4 – Efeitos Bioclimáticos espaciais referentes ao dia 10-08-2011

## Capítulo VI – Conclusão e Aplicações ao Ordenamento Urbano

O trabalho aqui apresentado é o resultado de um esforço argonauta na descoberta de uma realidade ainda obscura. “O Clima de Mangualde” assume o seu carácter de primeiro ensaio na análise estiolada do clima da região e principalmente do clima da cidade.

O clima urbano tem um papel fulcral na sustentabilidade urbana, reúne em si princípios fundamentais para o bem-estar e para a qualidade de vida das populações urbanas. É na sua plenitude um contributo, ainda que singelo, para o apoio a uma visão sistémica e global dos desafios futuros, que reflectidos na sociedade e no seu expoente máximo, a cidade, seja o contributo para a criação de um lugar de verdadeira inspiração ecológica na relação Homem/Meio.

O trabalho sobre o clima de Mangualde, que aqui se apresenta, inicia-se e como não podia deixar de ser, com uma primeira abordagem teórica aos assuntos e à temática abordada, dando também especial relevo ao enquadramento geográfico da cidade e da região. Em seguida e por ser o primeiro, a necessidade de ouvir quem das suas vivências tem algo para contar, a realização de um pequeno inquérito teve não mais que a importância de ajudar a compreensão e a avaliação dos anseios da população que diariamente consome o espaço urbano e o espaço envolvente da cidade. O capítulo III é fundamental para compreender todos os mecanismos climáticos locais, as normais e os extremos, a intensidade e a frequência dos fenómenos climáticos, partindo da análise dos boletins meteorológicos, corresponde aos princípios sistémicos inculcados neste trabalho.

Porque os contrastes topoclimáticos são de valor inestimável na análise dos fenómenos climáticos à escala local, as dez observações, cinco invernais e cinco estivais, sob diferentes condições sinópticas, permitiram verificar o comportamento termohigrométrico e do vento na cidade de Mangualde, dando sempre primazia à explicação da ilha de calor, de frescura, de humidade e de secura. Por último, e porque as diferentes sensações humanas perante as variáveis climáticas são díspares e voláteis, o estudo bioclimático introduz neste trabalho a sempre presente



preocupação com as condições de vida das populações e com a ocupação humana do espaço. A temperatura aparente resultante dos índices escolhidos, no Inverno o *Wind Chill* (temperatura/velocidade do vento) e no Verão o *Heat Index* (temperatura/humidade relativa), permitiram compreender quais as áreas que em ambas as épocas são mais favoráveis ao conforto térmico humano.

Na perspectiva de este trabalho não nascer póstumo, é necessário a intervenção no ordenamento urbano, não podendo nunca, a cidade de Mangualde ficar órfã de políticas ecológicas e sustentáveis que promovam a saúde urbana. Traduzindo-se em propostas, de forma a melhorar a qualidade de vida em Mangualde, seria de todo imprescindível a criação de um segundo “*Pulmão Verde*” na cidade. Existindo já um, a Mata dos Condes, a reflorestação do Monte da Senhora do Castelo e de todo o sector Nordeste da Cidade, seria de todo aconselhável. Este espaço verde de uso público seria importante climaticamente. O rumo predominante de Nordeste do vento (frio e seco), como referido neste estudo, teria desta forma uma barreira verde, constituída preferencialmente por coníferas, antes de atingir a cidade. A ambiência inerente às áreas arbóreas, como provado neste trabalho, tem nas áreas consideradas “florestais” uma relação pouco expressiva com os extremos, denotando as suas características bioclimáticas amenas. Também teria a função de filtrar o ar poluído, proveniente da auto-estrada 25 (A25), que pela posição Norte e pelos rumos predominantes de Nordeste, no Inverno e Noroeste, no Verão, dirige o ar poluído para a cidade. Não se trataria só de impedir, mas também de reduzir as emissões oriundas do intenso tráfego, que circula neste eixo rodoviário estruturante do país. A utilização do dióxido de carbono no processo de fotossíntese do estrato arbóreo resultaria na maior quantidade de oxigénio e na consequente purificação do ar. Esta barreira verde também permitiria um melhoramento acústico na poluição sonora do trânsito intenso da A25. Esta grande mancha de coníferas acrescentaria um valor ornamental significativo à cidade, criando uma maior interacção entre a população e o meio ambiente. Utilizado no Inverno para protecção e no Verão como refúgio, principalmente aquando de ondas de calor. O refrescamento da atmosfera induzido pelo maior calor latente nas copas e por efeito de sombra nos fustes, conferem aos espaços verdes arbóreos um carácter fundamental no equilíbrio ecológico urbano.

A ligação destes dois pulmões verdes poderia ser acompanhada por corredores verdes capazes de estruturar a paisagem urbana, tendo uma orientação Sudeste/Noroeste, seriam uma segunda protecção ao fluxo predominante de Nordeste.

Para a orientação das ruas, esta também seria preferencialmente de Sudeste/Noroeste, constituindo também elas uma barreira, pelas suas construções paralelas, ao fluxo de Nordeste invernal. Esta direcção das ruas, no Verão, permitiria uma maior penetração do fluxo de Noroeste no interior da cidade, promovendo uma melhor ventilação do centro urbano, atenuando a ilha de calor do centro de Mangualde, como também diminuiria o risco de stress térmico. A maximização da radiação solar no aquecimento e principalmente na luminosidade, com esta orientação das ruas seria uma realidade, principalmente no Inverno. O movimento aparente do sol, de Este para Oeste, passando por Sul, onde culmina, resultaria numa maior incidência da radiação solar nas faces das habitações durante o dia solar. No entanto, no Verão, a radiação solar é mais intensa, fruto da maior verticalidade do sol, o que tornaria pertinente pontear o lado Sul das ruas com espécies arbóreas. As árvores de folha caduca seriam as mais indicadas, a sua exuberante folhagem no Verão causaria sombra e arrefecimento da atmosfera urbana, no Inverno, a folhagem perde-se, não impedindo a penetração dos raios solares no espaço urbano, aquecendo e iluminando o mesmo.

A evolução das construções sofreu um pulsar tecnológico significativo, na qualidade dos materiais, no isolamento e na construção em si. No entanto, a escolha do local, do ponto de vista climático, para a implantação das áreas urbanas e de como as adaptar ao contexto climático da região e do local, como os impactes climáticos provocados pela própria cidade, são sem dúvida temas emergentes de um longo percurso que a cidade de Mangualde tem percorrer, em benefício da sua população.

## Bibliografia

### 1 - Documentação estatística e cartográfica

- *Boletins Meteorológicos diários*, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa.
- *Carta Militar de Portugal 1:25000*, folhas 189 e 190 (Mangualde), Serviço Cartográfico do Exército.
- *Censos 1991 e 2001*, XIII e XIV recenseamentos gerais da população, III e IV recenseamentos da habitação (Mangualde), Instituto Nacional de Estatística.

### 2 – Livros e artigos

ALCOFORADO, J. M. (1978) – “Reflexões metodológicas em Climatologia regional e local (Aspectos Térmicos)”. *Finisterra*, 13, 25, pp. 108-120.

ALCOFORADO, M. J. (1984) – “Representação cartográfica das árvores deformadas, ventos dominantes em torno da Serra de Sintra”. *Finisterra*, XIX, 38, Lisboa, pp. 137-169.

ALCOFORADO, M. J. (1987) – “Calendários de probabilidades de temperatura em Portugal”. *Finisterra*, 12, 43, pp. 213-225.

ALCOFORADO, J. M. (1988) – “*O clima da região de Lisboa – Vento, insolação e temperatura*”. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, pp. 543.

ALCOFORADO, M. J. (1991) – “Influência do tempo no desencadeamento de crises de dispneia em doentes respiratórios”. *Finisterra*, 26, pp. 105-115.

ALCOFORADO, M. J.; DAVEAU, S.; LOPES, A.; BAUMGARTNER, M. (1995) – “Regional thermal patterns in Portugal using NOAA AVHRR infrared images”. *Finisterra*, 28, pp. 100-114.

ALCOFORADO, M. J. (1998) – “Climate and environment change: Nota sobre a reunião da comissão de climatologia da União Geográfica Internacional em Agosto de 1998”. *Finisterra*, XXXIII, 66, pp. 131-136.

ALCOFORADO, M. J. (1999) – “Aplicação da Climatologia no Planeamento Urbano. Alguns apontamentos”. *Finisterra*, XXXIV, 67, 68, pp. 63-84.

ALCOFORADO, M. J. (2006) – “O clima como recurso na conferência técnica da Organização Meteorológica Mundial”. *Finisterra*, XLI, 81, pp. 169-172.

- ALCOFORADO, M. J.; ALEGRIA, M. F.; RAMOS-PEREIRA, A.; SIRGADO, C. (2009) – “*Domínios Bioclimáticos em Portugal*”. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa.
- ANDRADE, H. (2000) – “Bioclimatologia Humana: Novas Perspectivas”. *Finisterra*, XXXV, 69, pp. 157-159.
- ANDRADE, H. (2004) – “*Bioclima Humano e Temperatura do Ar em Lisboa*”. Tese de Doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- ANDRADE, H. (2005) – “O clima urbano – Natureza, escalas de análise e aplicabilidade”. *Finisterra*, XL, 80. pp. 67-91.
- ANDRADE, H.; VIEIRA, R. (2005) – “Estudo climático de um espaço verde de Lisboa: o jardim da Fundação Calouste Gulbenkian”. Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, pp. 46.
- CAMPAR, A.; NUNES, A.; FIGUEIREDO, A.; (2009) – “Mudanças no uso do solo, no interior centro e norte de Portugal”. Imprensa da Universidade de Coimbra. pp. 99.
- DIAS, P. J. (2009) – “*Contrastes climáticos entre Coimbra e Cernache – Implicações da deslocação da Estação Meteorológica do Instituto de Meteorologia*”. Dissertação de Mestrado em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- FRAGOSO, M. (1996) – “A utilização de imagens de radar meteorológico em climatologia”. *Finisterra*, XXXI, 61, pp. 29-42.
- FERREIRA, A. B.; FERREIRA, D. B. (1981) – “A seca de 1980-81 em Portugal. Causas Meteorológicas e tipos de tempo”. *Finisterra*, 18, 35, pp. 27-63.
- GANHO, N.; MONTEIRO, A. (1989) – “Nota sobre a anomalia climática de 1 de Junho a 10 de Julho de 1988 em Portugal Continental”. *Biblos*, 65, pp. 165-188.
- GANHO, N. (1991) – “Contribuição para o conhecimento do tipo de tempo de Verão em Portugal – O exemplo de Coimbra”. *Cadernos de Geografia*, 10, pp. 431-513.
- GANHO, N. (1992a) – “*O clima urbano de Coimbra – Aspectos térmicos estivais*”. Dissertação de Mestrado em Geografia apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra; 170 + 80 p. extra texto de gráficos e figuras.
- GANHO, N. (1992b) – “Insolação e temperatura em Coimbra – Regimes médios e prováveis na estação meteorológica do IGU”. *Cadernos de Geografia*, 11, pp. 97.
- GANHO, N.; LOURENÇO, L.; REBELO, F. (1992) – “A importância da Climatologia e da Geomorfologia no planeamento urbano, análise de um caso concreto na parte oriental da cidade de Coimbra”. *Cadernos de Geografia* 11, pp. 75-85.
- GANHO, N. (1994a) – “Risco de incêndio florestal em áreas urbanas e periurbanas – O exemplo de Coimbra”. *Actas do II EPRIF – Encontro Pedagógico sobre Risco de Incêndio Florestal*, Coimbra, pp. 97.

GANHO, N. (1994b) – “O Boletim Meteorológico diário do Instituto de Meteorologia. Nota a propósito da 2ª série”. *Cadernos de Geografia*, 13, pp. 125-129.

GANHO, N. (1995<sup>a</sup>) – “Evolução da temperatura em Coimbra – Resultados da aplicação de um modelo de regressão”. VI Colóquio Ibérico de Geografia – ACTAS, Porto, pp. 891-901.

GANHO, N. (1995b) – “A ilha de calor de Coimbra – Resultados de observações itinerantes de temperatura no interior do tecido urbano”. VI Colóquio Ibérico de Geografia – ACTAS, Porto, pp. 911-920.

GANHO, N. (1995c) – “A ilha de calor: intensidade média e ritmo diário – Resultados de observações com termohigrógrafos em abrigo”. ACTAS do II Congresso da Geografia Portuguesa, Coimbra, pp. 197-209.

GANHO, N. (1995d) – “La isla de calor de Coimbra bajo diferentes condiciones de tiempo de Verano”. *Estudios Geográficos*, LVI, 219, pp. 285-317.

GANHO, N. (1995e) – “A ilha de calor de Coimbra sob diferentes condições de tempo de Verão”. *Territorium*, 2, pp. 33-50.

GANHO, N. (1996a) – “Espaços verdes no interior do tecido urbano: contrastes topoclimáticos, influência bioclimática e riscos de poluição – O caso de Coimbra”. *Territorium*, 3, pp. 35-56.

GANHO, N. (1996b) – “A ilha de calor de Coimbra, efeitos bioclimáticos de contrastes termohigrométricos espaciais”. *Actas do I Colóquio da Geografia de Coimbra*.

GANHO, N. (1998) – “Clima urbano e contrastes de precipitação em Coimbra (Portugal)”. *Clima y ambiente urbano en ciudades Ibéricas e Iberoamericanas*, Ed. Parteluz, Madrid, pp. 93-111.

GANHO, N. (1998) – “*O clima urbano de Coimbra, estudo de Climatologia local aplicada ao ordenamento urbano*”. Dissertação de Doutoramento apresentada a Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, pp. 551.

LOPES, A. (2003b) – “*Modificações no clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano. Vento, ilha de calor de superfície e balanço energético*”. Tese de Doutoramento em Geografia Física apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, pp. 375.

LOURENÇO, L. (1987) – “Ventos em Coimbra – Nota preliminar”. *Cadernos de Geografia*, 6, pp. 181-199.

MONTEIRO, A. (1993) – “*O clima urbano do Porto, contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território*”. Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.

PEREIRA, A. (2010) – “*SPSS, guia prático de utilização, análise de dados para Ciências Sociais e Psicologia*”. Edição Sílabo, pp. 243.

PEREIRA, P.; MORAIS, L. (1998) – “Clima urbano e evolução da temperatura estival em Lisboa no século XX. Tendência, número de Noites Quentes e amplitude térmica diária”. *Finisterra*, XLII, 83, pp. 109-226.

REBELO, F. (1978) – “Os temporais de 25/26 de Fevereiro de 1978 no centro de Portugal”. *Finisterra*, 13, 26, pp. 244-253.

REBELO, F. (1994) – “Do ordenamento do território à gestão dos Riscos Naturais. A importância da Geografia Física salientada através de casos de estudo seleccionados em Portugal”. *Territorium*, 1, pp. 7-15.

REBELO, F. (2010) – “*Geografia Física e Riscos Naturais*”. Imprensa da Universidade de Coimbra, pp. 215.

VENTURA, J. E. (1987) – “As gotas de ar frio e o regime da precipitação em Portugal”. *Finisterra* XXII, 43, Lisboa, pp. 39-69.

TRIGO, R. ; OSBORN, T. J.; CORTE-REAL, J. (2002) – “Influência da oscilação do Atlântico Norte no clima do continente europeu e no caudal dos rios Ibéricos Atlânticos”. *Finisterra*, XXXVII, 73, pp. 5-31.

### 3 – Consulta on-line

Instituto de Meteorologia, IP Portugal (2011). Acedido em 24 de Novembro de 2010, em: <http://www.meteo.pt>.

Instituto nacional de Estatística (2011). Acedido em 01 de Setembro de 2011, em: <http://www.ine.pt>.

Autoridade Nacional de Protecção Civil (2011). Acedido em 15 de Março de 2011, em: <http://prociv.pt>.

Wetter: Wetterzentrale (2011). Acedido em 12 de Setembro de 2011, em: <http://www.wetterzentrale.de>.

## Índice de Figuras

1.1 – População residente no concelho de Mangualde .....	28
1.2 – Portugal Continental (hipsometria) .....	31
1.3 – Concelho de Mangualde (limites administrativos) .....	31
1.4 – Cidade de Mangualde (locais de interesse e de referência para o estudo) .....	31
2.1 – Percepção evolucionária do clima .....	37
2.2 – Percepção da variação positiva ou negativa da temperatura .....	37
2.3.1 – Percepção espacial da temperatura por ruas (Inverno) .....	37
2.3.2 – Percepção da temperatura por ruas (Verão) .....	37
2.4.1 – Utilização de aquecimento .....	37
2.4.2 – Tipo de aquecimento .....	37
2.5 – Incidência da radiação nas diferentes orientações das vertentes .....	37
2.6 – Percepção dos contrastes termohigrométricos .....	38
2.7.1 – Considerações térmicas no Verão .....	38
2.7.2 – Considerações térmicas no Inverno .....	38
2.8 – Distribuição dos pontos mais quentes (percepção) .....	38
2.9 – Percepção térmica evolucionista .....	38
3.1 – Conhecimento do conceito Ilha de Calor .....	38
3.2 – Avaliação do conhecimento do conceito Ilha de Calor .....	38
4.1 – Temperatura mínima e máxima médias mensais inverniais .....	41
4.2 – Temperatura mínima e máxima médias anuais inverniais .....	43
5.1 – Temperatura mínima e máxima médias mensais estivais .....	44
5.2 – Temperatura mínima e máxima médias anuais estivais .....	46
5.3.1 – Temperatura mínima e ocorrência de ondas de frio no trimestre invernal .....	47
5.3.2 – Temperatura mínima e ocorrência de ondas de frio nos meses inverniais .....	48

5.3.3 – Temperatura máxima e ocorrência de ondas de calor no trimestre estival .....	50
5.3.4 – Temperatura máxima e ocorrências de ondas de calor nos meses estivais .....	51
5.3.5 – Percentagem de dias com temperaturas acima de 20° C no trimestre estival .....	52
5.3.6 – Percentagem de dias com temperaturas e ocorrência acima de 20° C nos meses estivais .....	53
6.1 – Humidade relativa média mensal invernal .....	55
6.2 – Humidade relativa média trimestral invernal .....	55
6.3 – Humidade relativa média mensal estival .....	56
6.4 – Humidade relativa média trimestral estival .....	57
7.1 – Precipitação média mensal invernal .....	58
7.2 – Precipitação média trimestral invernal .....	59
7.3 – Precipitação média mensal estival .....	60
7.4 – Precipitação média trimestral estival .....	60
8.1 – Rumo predominante do vento no trimestre invernal .....	63
8.2 – Rumo predominante do vento em Dezembro .....	63
8.3 – Rumo predominante do vento em Janeiro .....	63
8.4 – Rumo predominante do vento em Fevereiro .....	63
8.5 – Rumo predominante do vento no trimestre invernal com ocorrência de precipitação ....	64
8.6 – Rumo predominante do vento no trimestre invernal sem ocorrência de precipitação ....	64
8.7 – Rumo predominante do vento no trimestre estival .....	66
8.8 – Rumo predominante do vento em Junho .....	66
8.9 – Rumo predominante do vento em Julho .....	67
9.1 – Rumo predominante do vento em Agosto.....	67
9.2 – Rumo predominante do vento no trimestre estival com ocorrência de precipitação .....	68
9.3 – Rumo predominante no trimestre estival sem ocorrência de precipitação .....	68
10.1 – Orientações das vertentes .....	73
10.2 – Declives da área de estudo .....	73



10.3 – Altimetria da área de estudo (MDT) .....	74
10.4 – Buffers do uso do solo .....	74
10.5 – Percursos itinerantes .....	76
11.1 – Carta sinóptica referente ao dia 27-11-2010 .....	78
11.2 – Carta sinóptica referente ao dia 24-12-2010 .....	78
11.3 – Carta sinóptica referente ao dia 16-01-2011 .....	78
11.4 – Carta sinóptica referente ao dia 22-01-2011 .....	78
11.5 – Carta sinóptica referente ao dia 05-02-2011.....	78
12.1 – Contrastes térmicos referentes ao dia 27-11-2010 .....	84
12.2 – Contrastes térmicos referentes ao dia 24-12-2011 .....	84
12.3 – Contrastes térmicos referentes ao dia 16-01-2011 .....	84
12.4 – Contrastes térmicos referentes ao dia 22-01-2011 .....	84
12.5 – Contrastes térmicos referentes ao dia 05-02-2011 .....	85
13.1 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 27-11-2010 .....	86
13.2 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 24-12-2010 .....	86
13.3 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 16-01-2011 .....	87
13.4 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 22-01-2011 .....	87
13.5 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 05-02-2011 .....	87
14.1 – Brisa de campo referente ao dia 24-12-2010 .....	88
14.2 – Brisa de campo referente ao dia 22-01-2011 .....	88
15.1 – Perfis topográficos .....	89
15.2 – Perfil térmico 1 .....	90
15.3 – Perfil higrométrico 1 .....	90
15.4 – Perfil de brisa de campo 1 .....	90
15.5 – Perfil topográfico 1 .....	90
16.1 – Perfil térmico 2 .....	90
16.2 – Perfil higrométrico 2 .....	92

16.3 – Perfil de brisa de campo 2 .....	92
16.4 – Perfil topográfico 2 .....	92
17.1 – Perfil térmico 3 .....	94
17.2 – Perfil higrométrico 3 .....	94
17.3 – Perfil de brisa de campo 3 .....	94
17.4 – Perfil topográfico 3 .....	94
18.1 – Carta sinóptica referente ao dia 30-06-2011 .....	100
18.2 – Carta sinóptica referente ao dia 21-07-2011 .....	100
18.3 – Carta sinóptica referente ao dia 26-07-2011 .....	100
18.4 – Carta sinóptica referente ao dia 10-08-2011 .....	100
18.5 – Carta sinóptica referente ao dia 11-08-2011 .....	101
19.1 – Contrastes térmicos referentes ao dia 30-06-2011 .....	106
19.2 – Contrastes térmicos referentes ao dia 21-07-2011 .....	106
19.3 – Contrastes térmicos referentes ao dia 26-07-2011 .....	106
19.4 – Contrastes térmicos referentes ao dia 10-08-2011 .....	106
19.5 – Contrastes térmicos referentes ao dia 11-08-2011 .....	106
20.1 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 30-06-2011 .....	108
20.2 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 21-07-2011 .....	108
20.3 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 26-07-2011 .....	108
20.4 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 10-08-2011 .....	108
20.5 – Contrastes higrométricos referentes ao dia 11-08-2011 .....	109
21.1 – Perfil térmico 1 .....	110
21.2 – Perfil higrométrico 1 .....	110
21.3 – Perfil topográfico 1 .....	110
22.1 – Perfil térmico 2 .....	112
22.2 – Perfil higrométrico 2 .....	112
22.3 – Perfil topográfico 2 .....	112

23.1 – Perfil térmico 3 .....	113
23.2 – Perfil higrométrico 3 .....	113
23.3 – Perfil topográfico 3 .....	113
24.1 – Distribuição espacial dos clusters .....	119
24.2 – Esboço de climatopos da cidade de Mangualde .....	121
25.1 – Efeitos bioclimáticos espaciais referentes ao dia 24-12-2010 .....	125
25.2 – Efeitos bioclimáticos espaciais referentes ao dia 22-01-2011 .....	125
25.3 – Efeitos bioclimáticos espaciais referentes ao dia 26-07-2011 .....	127
25.4 – Efeitos bioclimáticos espaciais referentes ao dia 10-08-2011 .....	127

**Índice de Tabelas**

Tabela 1 – Medidas de tendência central e dispersão (temperatura média) .....	38
Tabela 2 – Medidas de tendência central e dispersão invernais .....	41
Tabela 3 – Medidas de tendência central e dispersão estivais .....	44
Tabela 4 – Coeficientes de correlação invernais .....	67
Tabela 5 – Coeficientes de correlação estivais .....	68
Tabela 6 – Características da localização dos pontos de observação .....	73
Tabela 7 – Dias das observações itinerantes .....	75
Tabela 8 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 27-11-2010 .....	77
Tabela 9 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 24-12-2010 .....	78
Tabela 10 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 16-01-2011 .....	79
Tabela 11 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 22-01-2011 .....	79
Tabela 12 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 05-02-2011 .....	80
Tabela 13 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) temperatura invernal .....	94
Tabela 14 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) humidade relativa invernal ..	96
Tabela 15 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) vento invernal .....	97
Tabela 16 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 30-06-2011 .....	99
Tabela 17 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 21-07-2011 .....	100
Tabela 18 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 26-07-2011 .....	100
Tabela 19 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 10-08-2011 .....	101
Tabela 20 – Medidas de tendência central e dispersão referentes ao dia 11-08-2011 .....	101
Tabela 21 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) temperatura estival .....	114
Tabela 22 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) humidade relativa estival ....	115
Tabela 23 – Características físicas e localização dos climatopos .....	119
Tabela 24 – Coeficientes de correlação (r) e de determinação (r <sup>2</sup> ) referentes ao bioclima invernal .....	122

Tabela 25 – Coeficientes de correlação ( $r$ ) e de determinação ( $r^2$ ) referentes ao bioclima estival  
.....124