

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade do Algarve

**INFLUÊNCIA DO DESIGN
MICROCLIMÁTICO DA PAISAGEM NO
CONFORTO TÉRMICO DOS ESPAÇOS
PÚBLICOS EXTERIORES**

Caso de Estudo: espaço exterior no campus de Gambelas

Vanessa Isabel Vitória Raminhos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Arquitetura Paisagista

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Universidade do Algarve

**INFLUÊNCIA DO DESIGN
MICROCLIMÁTICO DA PAISAGEM NO
CONFORTO TÉRMICO DOS ESPAÇOS
PÚBLICOS EXTERIORES**

Caso de Estudo: espaço exterior no campus de Gambelas

Vanessa Isabel Vitória Raminhos

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Arquitetura Paisagista

Orientador: Thomas Paganopoulos

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me acompanharam no decorrer deste trabalho e ao longo do meu percurso acadêmico.

Ao meu orientador, pelo interesse demonstrado, e acima de tudo pelos conhecimentos transmitidos.

À minha família e aos meus pais em particular, que me apoiaram sempre que precisei, obrigado pela paciência e confiança. Ao Cláudio, pela amizade e apoio ao longo destes anos.

RESUMO

A presente dissertação pretende refletir acerca do papel do desenho microclimático no conforto térmico dos espaços exteriores. Para tal, descrevem-se em primeira instância, os fatores e elementos do clima, que afetam e originam os diferentes climas, quer ao nível macroclimático, quer ao nível microclimático. E ainda o clima nas cidades e o modo como este é perturbado por estas.

De seguida é abordado o tema do conforto térmico, onde se focam os principais aspetos relacionados com o equilíbrio térmico do homem, ou seja, os processos através dos quais há transferência de energia de e para o corpo humano. Em termos de espaços exteriores, são descritos os parâmetros que afetam o conforto térmico, quer de nível ambiental, quer humano.

Surgem também os aspetos diretamente relacionados com o desenho microclimático. São descritas as influências que os fatores climáticos locais têm sobre o clima, modificando-o, bem como a influência da vegetação, cuja intervenção se apresenta como uma das mais relevantes. O guia para o desenho microclimático apresenta as ações práticas a ter em conta aquando do desenvolvimento do projeto.

Por último foi realizado um caso de estudo, cujo local escolhido se situa no campus Gambelas da Universidade do Algarve. Neste estudo aplicou-se metodologia já empregada noutros estudos do género, com o objetivo de determinar o nível de conforto térmico existente no espaço. O principal recurso utilizado foi o monitoramento da temperatura do ar, sendo o monitoramento humano, através de inquéritos, um recurso secundário em termos de importância para o trabalho. O estudo prévio é o culminar de todos os conhecimentos adquiridos ao longo quer da pesquisa teórica, quer do estudo de caso.

Palavras-chave: Clima; Conforto Térmico; Espaços Exteriores; Vegetação; Desenho Microclimático.

ABSTRACT

This paper intends to reflect on the role of microclimatic design in thermal comfort of outdoor spaces. To this end, we describe in the first instance, the factors and elements of the climate, affecting the different climates and produce, both in terms of macroclimatic or microclimatic level. And yet the climate in the cities and how this is affected by them.

Then we approached the topic of thermal comfort, which highlight the main aspects related to the thermal balance of man, ie, t the processes by which energy is transferred to and from the human body. In terms of exterior spaces, describes the parameters that affect thermal comfort, either from environmental, or human.

Also arise directly related aspects to the microclimatic design. We describe the influences that local climatic factors have on the climate, modifying it, as well as the influence of vegetation, whose intervention is presented as one of the most relevant. The guide for the design microclimatic presents practical actions to be taken into account when developing the project.

Finally we performed a case study, whose venue is located on the campus of the University of Algarve Gambelas. In this study we applied a methodology previously employed in other studies of gender, in order to determine the level of thermal comfort is out there. The main feature was used to monitor air temperature, and monitoring human, through surveys, a secondary resource in terms of relevance to the work. The preliminary study is the culmination of all knowledge acquired through either theoretical research or case study.

Keywords: Climate; Thermal Comfort; Outdoor Places; Vegetation; Microclimatic Design

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE QUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Introdução.....	2
1.2 Objetivos	3
2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	i
2.1 O clima	5
2.2 Fatores climáticos globais	7
2.2.1 Radiação solar.....	7
2.2.2 Latitude, longitude e altitude	12
2.2.3 Ventos	13
2.2.4 Massas de água e terra	14
2.3 Fatores climáticos locais	14
2.3.1 Topografia	14
2.3.2 Superfície do solo.....	15
2.3.3 Vegetação.....	16
2.4 Elementos do clima	16
2.4.1 Movimentos do ar.....	16
2.4.2 Humidade atmosférica.....	17
2.4.3 Precipitação	18
2.4.4 Temperatura do ar.....	21
2.4.5 Radiação Terrestre	22
3. CLIMATOLOGIA URBANA.....	4

3.1	Clima urbano	27
3.2	Fenómeno “Ilha de Calor”	29
4.	CONFORTO TÉRMICO HUMANO	24
4.1	Conforto térmico	34
4.2	Equilíbrio térmico do homem	34
4.3	Conforto térmico em espaços exteriores	36
4.4	Parâmetros de conforto	39
4.4.1	Parâmetros ambientais	39
4.4.2	Parâmetros humanos	40
5.	DESENHO MICROCLIMÁTICO DA PAISAGEM	31
5.1	Influência dos fatores climáticos locais sobre o clima	45
5.1.1	Topografia/superfície	45
5.1.2	Água	46
5.1.3	Vegetação	47
5.1.4	Cidades	47
5.2	Influência da vegetação nos elementos do clima	50
5.2.1	Radiação solar	50
5.2.2	Velocidade e direção do vento	52
5.2.3	Temperatura e humidade do ar	54
5.2.4	Precipitação	55
5.3	Guias para o desenho microclimático	56
5.3.1	Controlo através da vegetação	56
5.3.1.1	Radiação solar	56
5.3.1.2	Movimento de ar	59
5.3.1.3	Temperatura e humidade	64
5.3.2	Controlo através de outros elementos	65
5.3.2.1	Radiação solar	65

5.3.2.2	Ventos	68
5.3.2.3	Precipitação	68
5.3.2.4	Temperatura e humidade.....	69
6.	PARTICIPAÇÃO PÚBLICA	31
6.1	Fases da Consulta Pública	74
6.2	Objetivos da Participação Pública	74
6.3	Potencialidades e dificuldades da Participação Pública	75
6.4	Incentivar a autonomia beneficiando a Participação Pública	77
6.5	O que fazer, para além dos instrumentos legislativos, para aumentar a participação pública	78
7.	CASO DE ESTUDO: ESPAÇO EXTERIOR NO CAMPUS DE GAMBELAS	74
7.1	Caracterização da área em estudo	80
7.1.1	Características gerais	80
7.1.2	Caracterização climática e vegetação	81
7.1.3	Análise bioclimática	87
7.1.4	Fluxos e usos.....	88
7.1.5	Estudo das sombras	89
7.2	Metodologia aplicada	91
7.3	Monitorização ambiental e análise de dados	93
7.3.1	Análise da monitorização de inverno.....	94
7.3.1.1	Média de inverno.....	96
7.3.2	Análise do monitoramento de primavera	96
7.3.2.1	Média de primavera.....	99
7.3.3	Análise do monitoramento de verão	100
7.3.3.1	Médias de verão	102
7.3.4	Média de todas as estações estudadas.....	103
7.4	Monitorização humana e análise de dados	106

7.4.1	Análise do conforto térmico no inverno	106
7.4.2	Análise do conforto térmico na primavera	108
7.4.3	Análise do conforto térmico no verão	111
7.4.4	Análise geral do espaço.....	113
7.5	Conclusões sobre a análise estatística.....	119
7.6	Estudo prévio	121
7.6.1	Memória descritiva	121
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
9.1	Referências bibliográficas	131
9.2	Documentos eletrónicos.....	136
10.	ANEXOS.....	97
10.1	Anexo 1	139
	Quadro I - Escala de Beaufort para estimar a velocidade do vento. Retirado de García Chavez, J.R. Fuentes Freixenet, V. 1995.	139
	Quadro II - Características radiativas de diferentes superfícies encontradas na paisagem urbana.	140
	Quadro III – Diferenças de temperatura num bosque de coníferas medida em Cecin, Itália.	141
	Quadro IV – Estratégias de controlo climático atribuídas aos elementos vegetais.....	142
	Quadro V – Estratégias de desenho apropriadas, baseadas na orientação do espaço.	143
10.2	Anexo 2	147
	Tabelas de monitorização ambiental	147
	Inverno	147
	Primavera	148
	Verão.....	150
	Inverno, primavera e verão	151
10.3	Anexo 3	153

Questionários.....	153
Quadro I – Questionário de Inverno.	153
Quadro II – Questionário de Primavera	158
Quadro III – Questionário de Verão.....	163
10.4 Anexo 4	170
Diagrama	170
10.5 Anexo 5	171
Proposta – Estudo prévio	171

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Classificações gerais de clima. Fonte: Romero, 1988.....	6
Quadro 2 – Mudança média dos elementos climáticos causados pela urbanização (de Landsberg, 1970). Fonte: Romero, 1988	27
Quadro 3 – Isolamento térmico e itens do vestuário. Fonte: ISO 7730, 1994	41
Quadro 4 – Metabolismo para diferentes atividades. Fonte: ISO 7730, 1994	42
Quadro 5 – Fluxo de ar associado a diversas geometrias urbanas. Fonte: Torre, 1999.....	50
Quadro 6 – Redução da velocidade do vento a sotavento de uma barreira com diferentes alturas e densidades. Fonte: Torre, 1999	53
Quadro 7 – Variações de temperatura observadas debaixo da sombra da vegetação. Fonte: Torre, 1999	54
Quadro 8 – Excerto do questionário de inverno	106
Quadro 9 – Excerto do questionário de primavera	109
Quadro 10 – Excerto do questionário de verão	111
Quadro 11 – Média dos questionários referente às questões de avaliação do espaço .	113
Quadro 12 – Média dos questionários referente às questões de avaliação do espaço .	115
Quadro 13 - Média dos questionários referente às questões de avaliação do espaço ..	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – O espectro eletromagnético consiste em muitos tipos de radiação que são distinguidos com base nos comprimentos de onda, frequência e nível de energia. Fonte: Moran, 1995	8
Figura 2 – Balanço energético da Terra. Fonte: http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/polar_climate.html	9
Figura 3 – Variações da insolação com a latitude e a estação para todo o globo supondo que não existia atmosfera. Esta suposição explica as quantidades anormalmente altas de insolação que os polos recebem durante o verão quando a luz diurna dura 24 horas (segundo W. M. Davis; de Strahler, 1965). Fonte: Barry, 1985	11

Figura 4 – A latitude afeta o ângulo de incidência dos raios solares sobre a terra. Fonte: Torre, 1999	12
Figura 5 – Ciclo hidrológico. Fonte: Crowther, 1977, citado por Romero, 1988	19
Figura 6 – Ilha de calor e temperatura da cidade. Fonte: http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/HighTemps/	30
Figura 7 – Variação do número de pessoas no exterior, de acordo com a temperatura global de todas as cidades. Relativo a um estudo feito para averiguar o conforto térmico em espaços exteriores urbanos, utilizando 4 locais da cidade de Cambridge. Fonte: Nikolopoulou e tal, 2001	38
Figura 8 – Fluxo de ar associado a diversas geometrias urbanas. Fonte: Torre, 1999	48
Figura 9 – Efeito regulador da vegetação nas radiações de grande comprimento de onda. Fonte: Izard/Guyot, 1980, citado de Romero, 1988	51
Figura 10 – Variação da iluminância segundo a posição debaixo da árvore ou grupo de árvores. Fonte: Mascaró, citado por Torre, 1999	52
Figura 11 – Distribuição das temperaturas (F°) em LaFontaine Park e a sua envolvente em Montreal, Canadá. Note-se que as temperaturas são menores sobre o parque devido à existência de vegetação. Fonte: Torre, 1999	54
Figura 12 – Ações climáticas da pérgola. Fonte: Torre, 1999	57
Figura 13 – Efeitos climáticos da vegetação no movimento do ar. Fonte: Robinette citado por Torre, 1999	60
Figura 14 – Efeito da longitude da barreira. Fonte: Torre, 1999	60
Figura 15 – Efeito de um quebra-vento em função da sua permeabilidade (W. Naqely, 1946). Fonte: Torre, 1999	61
Figura 16 – Efeito da largura da barreira. Fonte: Torre, 1999	62
Figura 17 – Influência da forma da barreira. Fonte: Torre, 1999	62
Figura 18 – Comparação das médias de consumo e das temperaturas exteriores de dois dias, um antes do ajardinamento e outro dois anos após o mesmo. Fonte: Torre, 1999 ...	65
Figura 19 – Orientação das ruas e sombreamento das construções. Fonte: Frota, 2001 ...	66
Figura 20 – Comparação das perdas e ganhos térmicos entre duas casas, uma sem vegetação e outra com árvores estrategicamente plantadas, ao longo de um dia de inverno e outro de verão. Fonte: Torre, 1999	70
Figura 21 – Mapa do Concelho de Faro. Fonte: http://www.mapadeportugal.net/MapaConcelho/0805.gif	80

Figura 22 – Mapa de localização da área em estudo	80
Figura 23 - Gráfico da Temperatura do ar (°C), normais climáticas. Faro, 1981-2010. Fonte: Instituto de meteorologia	82
Figura 24 - Gráfico da precipitação (mm), normais climatológicas. Faro, 1981-2010. Fonte: Instituto de meteorologia	83
Figura 25 - Média dos ventos predominantes na área em estudo. Fonte: http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_faro.htm	84
Figura 26 – Distribuição dos ventos predominantes entre o período de Novembro de 2000 e Abril 2012. Fonte: http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_faro.htm	85
Figura 27 – Mapa da vegetação existente	86
Figura 28 – Mapa do índice de conforto bioclimático. Fonte: Atlas digital do ambiente-DGA	87
Figura 29 – Mapa dos fluxos e usos do espaço. Fonte: Duarte, E., Vale, I., Luísa, T., e Valková, V. (2010/2011)	89
Figura 30 – Mapas da deslocação da sombra ao longo dos três períodos do dia estudados, na estação de inverno	90
Figura 31 – Mapas da deslocação da sombra ao longo dos três períodos do dia estudados, na estação da primavera	90
Figura 32 – Mapas da deslocação da sombra ao longo dos três períodos do dia estudados, na estação da primavera	91
Figura 33 – Mapa de localização dos pontos de medição	92
Figura 34 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 9 horas da manhã dos dias de medição no Inverno	94
Figura 35 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas dos dias de medição no Inverno	95
Figura 36 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 17 horas dos dias de medição no Inverno	95
Figura 37 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para todas as horas dos dias de medição no Inverno	96
Figura 38 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 9 horas da manhã dos dias de medição na Primavera	97
Figura 39 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas dias de medição na Primavera	98

Figura 40 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 17 horas dos dias de medição na Primavera	98
Figura 41 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para todas as horas dos dias de medição na Primavera	99
Figura 42 – - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas da manhã dos dias de medição no Verão	100
Figura 43 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas dos dias de medição no Verão	101
Figura 44 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 17 horas dos dias de medição no Verão	102
Figura 45 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para todas as horas dos dias de medição no Verão	102
Figura 46 – Gráfico de comportamento da temperatura do ar nos dias e locais de medição, para todas as horas de medição	104
Figura 47 – Gráfico de comportamento da temperatura do ar nas horas de medição, para todos os dias e locais de medição	104
Figura 48 - Gráficos do comportamento da temperatura do ar nos locais, horas e dias de medição	105
Figura 49 – Estudo Prévio.	122
Figura 50 – Estudo Prévio sem elementos vegetais.....	122

1

INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Introdução

A presente dissertação pretende refletir acerca do desenho microclimático da paisagem e da sua importância para a criação de espaços exteriores termicamente confortáveis. Desta forma, todo o conteúdo teórico recolhido e avaliado foi direcionado para este tema.

Os ambientes exteriores conseguem ser termicamente confortáveis em quase todas as condições meteorológicas ou momentos do dia ou do ano, dependendo para isso do seu desenho.

O exterior é muito apetecível para as pessoas, pois estas apreciam passear, conviver com os amigos, fazer comprar ou estar na esplanada de um café. Estas ações apenas são possíveis pois existe toda uma equipa de arquitetos paisagistas e urbanistas que trabalham para conseguir criar espaços para esses tipos de atividades. No entanto, os seus desenhos focam-se principalmente na atratividade física, na funcionalidade e na composição, não dando importância à componente da paisagem e falhando assim os seus objetivos. A base para um espaço utilizado e bem tratado depende da existência de um microclima termicamente confortável, sem o qual as pessoas simplesmente não usarão o espaço.

As pessoas adquiriram estratégias ao longo dos tempos para controlar as quantidades de energia que perdem ou ganham, sendo estas, o poder colocar ou retirar peças de roupa, aumentar ou diminuir os níveis de atividade ou mover os nossos corpos, mudando de localização. Assim, o paisagista tem a responsabilidade de desenhar ambientes que criem microclimas dentro do índice de tolerância das pessoas, para que possam usar as suas estratégias como forma de se sentirem confortáveis ou perto disso.

A última fase do trabalho está direcionada para um caso de estudo, neste caso, um espaço exterior no campus Gambelas da Universidade do Algarve. Pretende-se com este estudo avaliar o conforto térmico do local em termos de temperatura do ar, escolhendo quatro pontos, para a medição da temperatura, com características diferentes que permitam comparar resultados, neste caso, dois pontos associados à vegetação, um ponto junto a uma fachada virada a sul e outro ponto junto a uma fachada virada a norte. Além da temperatura do ar, foram também realizados inquéritos aos utilizadores do

espaço, com duas componentes distintas. A primeira componente aborda questões de conforto térmico e a segunda componente, é mais direcionada para a atratividade física e funcionalidade, bem como o que poderia tornar o espaço mais confortável.

O caso de estudo resulta numa análise estatística dos resultados, tendo sido desenvolvida uma proposta de estudo prévio onde são aplicados os conhecimentos adquiridos, quer através da revisão bibliográfica, quer através da análise estatística.

1.2 Objetivos

O clima e os seus elementos afetam o microclima dos espaços públicos exteriores, originando espaços que podem ser propícios à procura pelas pessoas, ou a serem evitados por estas. A isto chama-se conforto térmico, havendo o propósito de compreendê-lo, e aos parâmetros do qual depende e que originam a sensação de conforto ou desconforto num determinado local.

Para modificar o microclima de um espaço, é também necessário ter como objetivo, o conhecimento dos elementos da paisagem que controlam este microclima, e o modo como podem ser trabalhados ao nível do projeto, ou seja, através do desenho microclimático. Serão apresentadas diferentes formas de combater o desconforto térmico nos espaços públicos exteriores, principalmente através do uso da vegetação, bem como a influência que esta tem nos diferentes elementos do clima, modificando-os.

Por último, tem-se por objetivo compreender e avaliar o conforto térmico existente num espaço público exterior localizado no campus Gambelas da Universidade do Algarve. Para isso são realizadas várias monitorizações quer a nível ambiental, com medições de temperatura do ar, quer a nível humano, com a realização de inquéritos, colmatando-se com um estudo prévio para o espaço.

2

2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

2.1 O clima

Muitas vezes surge a confusão conceptual entre clima e tempo, fazendo-se a sua distinção, particularmente, pelo espaço temporal de referência (Abreu, 2006).

“O estado do tempo ou as condições meteorológicas referem-se, em principio, às condições meteorológicas, transientes, num dado instante, enquanto que o clima é caracterizado pela frequência de ocorrência dos vários fenómenos meteorológicos, pelos valores médios predominantes e por outras estatísticas, de ordem elevada num período de vários anos.” (Peixoto, 1987:121).

Devem-se considerar três escalas climáticas: macroclima, mesoclima e microclima. O macroclima, ou clima regional, corresponde ao clima médio num território relativamente vasto, exigindo, para a sua caracterização, um conjunto de postos meteorológicos. O mesoclima, ou clima local, corresponde a uma situação particular de macroclima. Geralmente é possível caracterizar um mesoclima através de dados de uma estação meteorológica, podendo a superfície abrangida ser muito variável. O termo topoclima é também aqui utilizado, para designar um mesoclima onde a orografia constitui um dos critérios principais de identificação. Por último, o microclima, que corresponde às condições climáticas de uma superfície realmente pequena (Cunha, 1982 e Geiser, 1990).

De modo a fazer uma descrição quantitativa do clima, é essencial indicar o intervalo de tempo, de que fazem parte os valores numéricos apresentados. Para comparar climas, os valores terão que corresponder ao mesmo intervalo de tempo, e com o mesmo número de anos, ou épocas iguais (Peixoto, 1987). O quadro 1 mostra como ocorre a variação do tipo de clima, tendo como ponto de partida os dados climáticos da região.

Quadro 1 - Classificações gerais de clima.

Conforme a	Tipos de clima
Média anual da temp. do ar	Quente (acima de 20C)
	Temperado (acima de 10C)
	Frio (entre 10 a 0C)
	Glacial (abaixo de 0C)
Variação de amplitude da temp. média do ar	Continental (acima de 20C)
	Moderado ou oceânico (entre 20 e 10C) (ou inferior a 10C)
Média anual da humidade relativa do ar	Muito seco (abaixo de 55%)
	Seco (entre 55 a 75%)
	Húmido (entre 75% a 90%)
	Muito húmido (acima de 90%)
Média anual de precipitação	Desértico (inferior a 125mm)
	Árido (entre 125 a 250mm)
	Semi-árido (entre 250 e 500mm)
	Moderadamente chuvoso (entre 500 e 1000mm)
	Chuvoso (entre 1000 e 2000mm)
	Excessivamente chuvoso (superior a 2000mm)

Fonte: Romero, 1988.

Romero (1988) e Brown (2010) indicam que estudar o clima, de modo a compreender os seus princípios e a entender o que deverá ser controlado no ambiente, é bastante valioso, possibilitando obter os resultados esperados durante um projeto, quer de espaços interiores, quer de exteriores. Este estudo implica o conhecimento da formação resultante de diversos fatores geomorfológicos e espaciais (altitude, latitude, ventos, sol, massas de terra e água, vegetação, topografia, solo, etc), bem como a caracterização do clima definida pelos seus elementos (movimentos das massas de ar, humidade do ar, precipitações e temperatura do ar).

Usualmente é feita uma separação meramente metodológica dos diversos fatores e elementos do clima, não esquecendo que cada um deles é resultado da conjugação dos demais (Romero, 1988):

- Fatores climáticos globais são considerados aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao clima no seu nível macro. São considerados fatores como a latitude e longitude, a radiação solar, os ventos e as massas de água e terra.
- Fatores climáticos locais, ou seja, aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao microclima (clima num ponto restrito, cidade, bairro, rua, etc). Os principais são a vegetação, a topografia, a superfície do solo natural ou construído e a água.
- Elementos climáticos representam os valores relativos de cada tipo de clima e, são modificados pelos fatores locais originando o microclima referido acima. Os elementos são o vento, a humidade do ar, a precipitação e a temperatura do ar.

2.2 Fatores climáticos globais

Condicionam, determinam e dão origem ao clima no seu nível macro. Apesar de a radiação solar fazer parte deste conjunto de fatores em termos do seu papel no clima, a sua importância em termos de desenho microclimático leva a que seja ao longo do trabalho referida conjuntamente com os elementos do clima.

2.2.1 Radiação solar

Considera-se o sistema solar como um sistema fechado, pois não permite transferências de massa, no entanto permite a transferência de energia com o seu universo complementar, sendo por isso um sistema não isolado. A radiação solar chega à Terra proveniente deste sistema, e é considerada o motor de todo o sistema de vida terrestre. De entre os elementos meteorológicos, este é de suma importância, quer pelo fato de ser um princípio básico da vida, quer pelo fato da Terra apenas manter trocas de energia com o cosmos através da radiação (Peixoto, 1987 e Geiser, 1990).

A superfície do planeta é aquecida naturalmente através da energia transmitida pelo sol, atuando sobre a distribuição das temperaturas do planeta, pois ao longo da latitude e das épocas do ano, as quantidades de radiação emitidas variam muito (Frota, 1988).

A energia da radiação solar é composta por ondas eletromagnéticas de diferentes comprimentos de onda. De acordo com (Barry, 1985 e Romero, 1988), do total de

radiação que chega à terra, 45% é sob a forma de luz visível, 46% são comprimentos de onda longos tais como os infravermelhos e por último 9% dizem respeito a ondas de comprimento curtos como os raios ultravioleta (UV), raios X ou raios gama.

Ao penetrar na atmosfera terrestre, a intensidade da radiação sofre redução e a sua distribuição espectral é modificada em função da absorção, reflexão e difusão dos raios solares pelos diferentes componentes do ar (Barry, 1985 e Romero, 1988).

A figura 1 apresenta os diferentes comprimentos de onda, em que a luz visível é a única cuja vista humana é capaz de distinguir, correspondendo a comprimentos de onda entre os 0,36 μm e os 0,76 μm . Aos diferentes comprimentos de onda está associada uma sensação de cor diferente: 0,36 – violeta; 0,42 – azul; 0,49 – verde; 0,54 – amarelo; 0,59 – laranja; 0,65 – vermelho; 0,76 μm . Os comprimentos de onda mais longos, acima dos 0,76 μm (infravermelhos), já não podem ser vistos. O mesmo acontece com os comprimentos de onda abaixo dos 0,36 μm (ultravioleta) (Geiser, 1990 e Miranda, 2001).

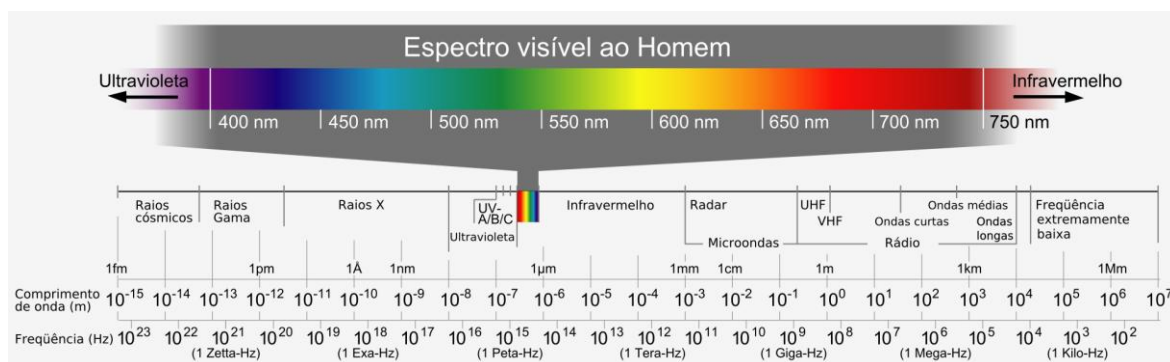


Figura 1 – O espectro eletromagnético consiste em muitos tipos de radiação que são distinguidos com base nos comprimentos de onda, frequência e nível de energia.

Fonte: http://files.fisicasemmisterios.webnode.com.br/200000091b871ab96bc/espectro_eletromagnetico.jp

A cor azul, visível quando olhamos para o céu, deve-se ao fato de as moléculas da atmosfera dispersarem mais a luz dos comprimentos de onda curtos (azul) do espectro de luz visível, do que os longos (vermelhos) (Brown, 2010).

Ao longo da atmosfera, a radiação atravessa o céu limpo como se ele nem existisse, e apenas uma pequena parcela desta radiação é absorvida ou refletida antes de atingir o solo. Apesar de ser pequena, esta parcela de radiação seria bastante perigosa para o homem se atingisse a superfície (Peixoto, 1987 e Brown, 2010). Inicialmente surge a

camada de ozono, tão conhecida por nos proteger contra os raios ultravioleta, é ela que vai absorver grande parte desta energia, chegando apenas uma pequena parte dos raios UV à superfície. Em relação aos raios infravermelhos, estes são maioritariamente absorvidos pelos vapores de água e dióxido de carbono, reduzindo a sua carga térmica antes de atravessar totalmente a atmosfera. A restante radiação consegue atravessar a atmosfera e é em parte refletida pelas nuvens ou superfície terrestre, sendo o resto absorvido pelas moléculas que compõem os níveis inferiores da atmosfera ou da paisagem (Peixoto, 1987, Romero, 1988 e Olgyay, 1998).

De acordo com Peixoto (1987), em média, cerca de 34% da energia que incide na superfície terrestre é refletida para o espaço; 18% da energia que penetra no globo é absorvida pela atmosfera; e, por último, 48% da energia é absorvida pela superfície terrestre, que é então convertida em energia térmica que vai aquecer o planeta. Esta energia térmica vai ajudar a estabelecer o ciclo hidrológico e a manutenção da circulação geral planetária. Dos 48% que são absorvidos, cerca de 23% são aplicados na evaporação de água necessária à formação do ciclo hidrológico. Estas trocas de energia encontram-se exemplificadas na figura 2, apesar de haver pequenas diferenças na percentagem dos valores energéticos.

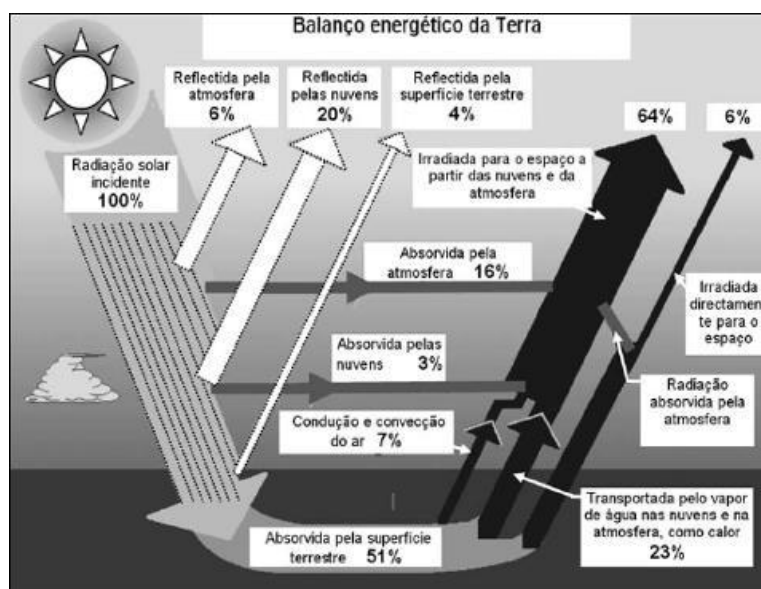


Figura 2 - Balanço energético da Terra. Fonte: http://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/polar_climate.html.

As moléculas que compõem a atmosfera ficam excitadas pelo *input* de energia, aumentando a sua temperatura. O contacto constante entre estas moléculas e as da

superfície terrestre permite a transferência de energia, aquecendo-as. Por sua vez, as moléculas de ar, em contacto com a superfície terrestre também vão aquecer, aumentando a temperatura do ar. As moléculas aquecidas são mais leves do que as que se encontram frias, assim, estas sobem em altitude, descendo uma molécula fria para ocupar o lugar (Brown, 2010).

A quantidade de energia absorvida ou refletida pelas moléculas da superfície da terra varia de acordo com o albedo. O seu cálculo é feito através da razão entre a quantidade de radiação refletida e a quantidade de radiação incidente, variando entre 1 (corpos menos absorventes) e 0 (corpos totalmente absorventes) (Peixoto, 1987 e Olgay, 1998).

Dependendo da natureza da substância refletora, assim varia o albedo. Os valores mais elevados de albedo verificam-se nos gelos e neves recentes, da ordem de 0,90 a 0,95. A água pode chegar aos 0,90, um deserto coberto de materiais cristalinos, resultante de lagos que desapareceram por evaporação, pode atingir os 0,50, sendo os desertos de areia ligeiramente inferiores. Nas cidades, verifica-se muito a existência de cimento e telhas, que apresentam um albedo entre 0,10-0,35 e o asfalto entre 0,5-0,20. Em termos de superfícies naturais com cobertura vegetal, varia entre 0,20-0,25, o albedo do relvado entre 0,10-0,30 e ainda as rochas entre 0,12-0,15. Por último, o albedo das nuvens, que varia de acordo com o tipo, forma e espessura, ronda os 0,55 (Barry, 1985 e Peixoto, 1987).

Como valor médio do albedo da superfície da terra temos 0,15 mas, incluindo ainda o globo e a atmosfera, o valor aumenta para 0,34 o que demonstra como as nuvens têm um papel importante no balanço energético do sistema climático (Peixoto, 1987).

No que respeita à posição do sol em relação à terra, esta origina variações ao longo do globo. A primavera e o verão no hemisfério norte (21 de Março – 22 de Setembro) tem mais 5 dias que o hemisfério sul (22 de Setembro – 21 de Março), mas esta situação muda lentamente, a cada 10 000 anos (Barry, 1985).

Em termos de intensidade solar, quanto mais alto se encontrar o sol (o ângulo formado pelos seus raios à tangente da terra no ponto de observação), maior vai ser a intensidade de radiação por unidade de área na superfície terrestre. A altura do sol é determinada pela latitude do lugar, pela hora do dia e pela estação do ano. Ao meio-dia é quando o

sol está mais alto e a intensidade é mais alta, no resto do dia, o sol está mais baixo e a intensidade é mais baixa. A mesma quantidade de radiação ao meio dia propaga-se numa pequena área, e durante o resto do dia, numa área maior. Uma cidade que se encontre numa maior latitude terá uma sombra maior e a intensidade do sol em superfícies horizontais bastante mais baixa (Barry, 1985 e Romero, 2001 e Brown, 2010).

Para o comum conhecedor o sol nasce sempre a este e põe-se a oeste, mas não é assim que ocorre realmente. Esta primeira alternativa apenas se verifica nos equinócios em Março e Setembro. Ao longo do restante ano, verifica-se que no inverno o sol nasce a sudeste e coloca-se a sudoeste (a latitude dirá quanto a sul), e no verão nasce a nordeste e baixa a noroeste. As sombras são então mais curtas no verão e maiores no inverno (Brown, 2010).

O número de horas de insolação depende da latitude e longitude do local, como é possível verificar na figura 3, assim, um espaço que se encontre no equador vai ter aproximadamente 12 horas de sol todos os dias do ano, enquanto nos pólos varia entre 24 a 0 horas. No solstício de verão, as regiões polares recebem máxima insolação, pois têm cerca de 6 meses de dias contínuos. No pólo norte o solstício de verão é em Junho e no sul é em Dezembro (Barry, 2010).

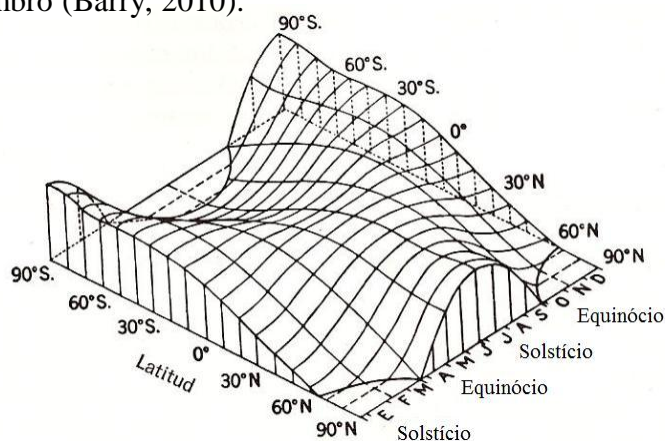


Figura 3 – Variações da insolação com a latitude e a estação para todo o globo supondo que não existia atmosfera. Esta suposição explica as quantidades anormalmente altas de insolação que os pólos recebem durante o verão quando a luz diurna dura 24 horas (segundo W. M. Davis; de Strahler, 1965). Fonte: Barry, 1985.

Há que referir também o fato do sol se mover mais rapidamente pelo céu no verão do que no inverno. Por exemplo, se em Nova Iorque, em Junho, o sol demora 1 hora a

percorrer determinada distância, então em Janeiro irá demorar cerca de 3h. Esta informação é importante quando pretendemos capturar o sol no inverno e afastar no verão (Brown, 2010).

Atualmente é possível medir a quantidade de radiação solar em diferentes partes da paisagem, utilizando um instrumento denominado de piranómetro (*pyranometer*), cuja eficácia é uma das maiores. Este permite calcular a quantidade de radiação solar incidente numa superfície, e não deve ser confundido com os aparelhos utilizados para medir a temperatura do ar (Brown, 2010).

2.2.2 Latitude, longitude e altitude

A posição de um ponto da superfície terrestre é dada pelas coordenadas da latitude, da longitude e pela altura acima o mar (Romero, 1988).

A latitude tem como referência a linha do equador, formando semicírculos paralelos desta linha até aos pólos. A medição é feita de 0° a 90° , a norte se estiver acima da linha do equador e a sul se estiver abaixo, como é visível na figura 4 (Frota, 1988). A temperatura segue esta sequência, diminuindo a temperatura média do ar à medida que se aproxima dos pólos, mas nem sempre as isothermas (linhas retas com pontos de igual valor de temperatura) seguem rigorosamente as linhas das latitudes. Ocorrem desvios que se devem ao efeito da altura, correntes marinhas, ventos entre outros fatores do clima (Romero, 1988).

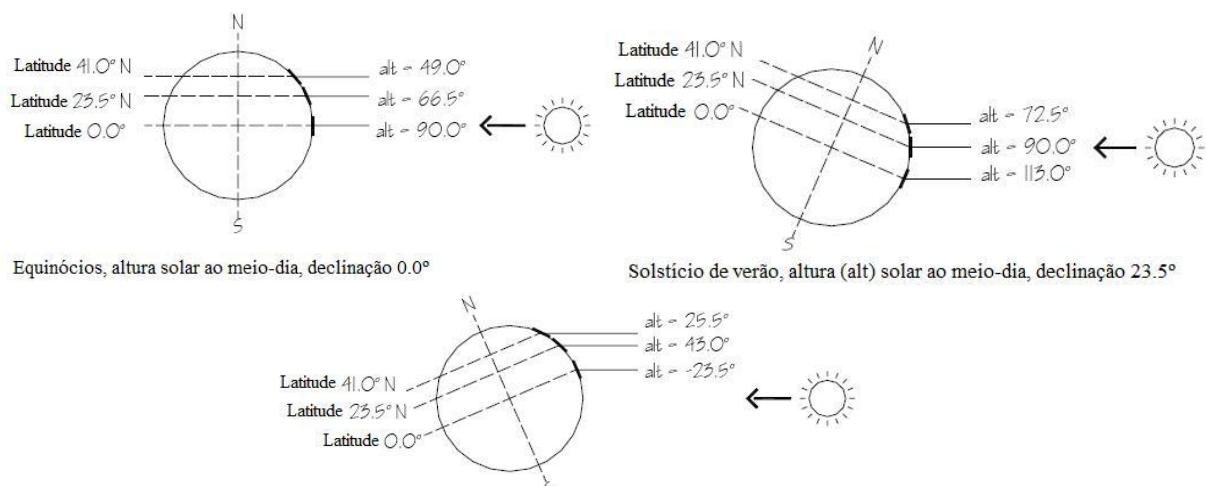


Figura 4 – A latitude afeta o ângulo de incidência dos raios solares sobre a terra. Fonte: Torre, 1999.

A altitude tem como referência o nível médio das águas do ar. A temperatura é a principal afetada por este fator, pois ao aumentar a altura, diminui a temperatura (Romero, 1988).

A referência da longitude é o Meridiano de Greenwich, um semicírculo que passa pelos pólos e pelo observatório de Greenwich, na Inglaterra. As medições são feitas entre os 0° a 180°, a leste ou oeste do Meridiano (Frota, 1988). Por fazer mais referências à localização do que ao clima, a sua importância não é a mesma (Romero, 1988).

2.2.3 Ventos

Frota (1988), explica que ao nível do globo, os ventos são determinados pela distribuição sazonal das pressões atmosféricas – ação exercida pela massa de ar sobre as superfícies - sendo a variação explicada, pelo gradiente de temperatura do globo, pelo aquecimento e esfriamento das terras e mares e pelo movimento de rotação da terra.

A frente é conhecida por ser a interface entre o ar quente do equador e o ar frio dos pólos, cuja mistura nunca acontece. Ao longo das estações do ano, a área de ar frio e ar quente modifica-se, por exemplo, o ar frio no inverno expande-se e no verão encolhe, ou seja, a frente no inverno move-se na direção do equador e no verão recua na direção dos pólos (Cunha, 1982 e Miranda, 2001). O movimento da terra sob a camada da atmosfera, de oeste para este, pode atingir os 1,600 km por hora no equador e diminui nas latitudes mais altas, sendo em Londres cerca dos 1,000 km por hora. Neste movimento, a base da atmosfera é arrastada lentamente na mesma direção, daí que a tendência do vento nas latitudes médias seja soprar de oeste. Ao longo da frente, entre o ar quente e o ar frio, origina-se uma onda que é responsável pelos sistemas meteorológicos denominados por frente fria e quente (Cunha, 1982 e Miranda, 2001).

Ao longo das frentes, é possível encontrar áreas conhecidas por sistema de alta-pressão e de baixa-pressão. Quando o ar que circula numa frente se depara com uma alta-pressão, converge para uma baixa-pressão. Este movimento faz com que o vento que circulava de oeste, fique instável, soprando das várias direções da bússola durante minutos ou horas, estabilizando novamente no vento de oeste (Barry, 1985 e Miranda, 2001).

Em cada hemisfério existem três cintos globais de ventos: os alíseos, os de oeste e os polares (Frota, 1988).

2.2.4 Massas de água e terra

As massas de água e terra influenciam o clima da própria área. As massas de terra originam grandes diferenças entre locais que se situam na mesma latitude. A influência das massas de água, em baías e penínsulas, é perceptível nos seus climas, sendo que no caso das ilhas, o clima é quase sempre estável, apresentando pequenas alterações de peculiaridades inerentes às respectivas latitudes (Romero, 1988, Frota, 1988 e Carvalho, 2001).

Estes fenómenos ocorrem devido às diferentes capacidades de absorção da radiação solar por parte das massas de água e de terra. Nas massas de água, a temperatura não aumenta muito porque ocorre a condensação da água. Já na superfície da terra, a radiação provoca o rápido aquecimento e convecção das massas de ar imediatamente acima, aumentando a temperatura (Romero, 1988, Frota, 1988 e Carvalho, 2001).

A presença de massas de água provoca a diminuição das temperaturas extremas diurnas, estabilizando-as, pois ocorre aquilo a que se chama brisas marítimas. O ar frio ascende da massa de água para a região mais quente, formando uma circulação no sentido mar-terra. À noite ocorre o inverso pois a água arrefece mais lentamente do que a terra e estará, momentaneamente mais quente, gerando a circulação terra-mar (Viers, 1981, Frota, 1988 e Carvalho, 2001).

Em termos de massas de terra elevadas, estas diferenciam-se pelo seu clima, uma vez que fazem com que as massas de ar húmido se elevem pela colina, arrefecendo e provocando condensação. Assim, como consequência, ocorre precipitação na parte mais quente da área, enquanto no outro lado o clima é mais seco (Carvalho, 2001 e Romero, 1988).

2.3 Fatores climáticos locais

Condicionam, determinam e dão origem ao microclima.

2.3.1 Topografia

As regiões mais acidentadas são as que possuem maior número de microclimas, isto deve-se ao fato de cada pendente possuir características próprias. A absorção de radiação é influenciada pela orientação e declive (Romero, 1988 e Carvalho, 2001).

Deve-se considerar na topografia a exposição e elevação das ondulações, a orientação e declividade. As pequenas modificações ao nível da elevação e orientação conseguem

produzir modificações relevantes em locais separados por pequenas distâncias. O exemplo dado por Fitch citado por Romero (1988), mostra como os lagos italianos (Garda, Como, Lugano), possuem clima subtropical, sendo a sua localização a grandes altitudes nos Alpes. Isto acontece devido à sua localização na base dos Alpes e orientação a sul onde estão protegidos dos ventos frios da Europa Oriental e expostos aos raios de sol, mesmo no inverno. Há ainda as massas de ar aquecido que deslizam pela encosta sul no inverno e o próprio calor existente nos lagos (Romero, 1988 e Carvalho, 2001).

2.3.2 Superfície do solo

O fator climático da superfície do solo pode ser estudado através do estudo do solo natural e do solo construído.

No que diz respeito ao solo construído, surge a necessidade de conhecer como os dados climáticos se comportam na malha urbana, ou seja, como são influenciados pelos diferentes usos e ocupações do solo (Romero, 1988 e Carvalho, 2001). Oliveira citado por Carvalho (2001) indica as condicionantes climáticas resultantes da forma urbana: a permeabilidade do solo urbano, o tamanho da estrutura urbana quer em altura quer em extensão horizontal, a rugosidade, as propriedades termodinâmicas dos materiais que constituem a estrutura urbana e a densidade de construção.

De acordo com Detwyler citado por Romero (1988) são três as principais alterações climáticas provocadas pela urbanização: criação de superfícies impermeáveis pela densa construção e pavimentação que, aumentam a capacidade térmica e rugosidade do solo, ao mesmo tempo que alteram o movimento do ar; diminuição da taxa de albedo que leva ao aumento da capacidade armazenadora de calor; e por último, a emissão de poluentes que provoca mais precipitações e modifica a transparência da atmosfera. No conjunto, estas modificações climáticas associadas ao fluxo de material de energia, levam ao surgimento do fenómeno “ilha de calor”

Em relação à análise do solo natural, interessa conhecer o seu potencial hídrico, as quantidades disponíveis de cascalhos e areias para futuras filtrações, erosões, drenagens e conhecimento da capacidade térmica. Informações como estas são indispensáveis para estabelecer os índices de absorção ou reflexão da superfície do solo. Quanto mais drenante for o solo, maior o seu albedo e menor a sua condutibilidade, o que torna o

clima local instável. A humidade é também reduzida e como consequência o efeito refrescante da evaporação perde-se (Romero, 1988).

2.3.3 Vegetação

A vegetação é muito importante para o estabelecimento dos microclimas. Esta reduz os extremos ambientais, estabilizando os efeitos do clima na sua envolvente imediata (Romero, 1988).

Das numerosas qualidades, destacam-se o auxílio na diminuição da temperatura do ar, o controle da velocidade e direção dos ventos a manutenção do ciclo oxigénio-carbono, a absorção de poeiras e regeneração do ar, entre outras (Paganopoulos, 2008).

Os fatores climáticos geram, condicionam e determinam microclimas. Uma análise da vegetação, topografia e superfície do solo é imprescindível para o estudo do clima urbano e do microclima, no entanto, é necessário o conhecimento aprofundado dos elementos climáticos, que será feito em seguida.

2.4 Elementos do clima

Representam os valores relativos de cada tipo de clima e, são modificados pelos fatores locais originando o microclima.

2.4.1 Movimentos do ar

Ao arquiteto paisagista interessa conhecer os ventos a nível local, onde os determinantes são a topografia e as diferenças de temperaturas causadas por diversos revestimentos do solo e da vegetação (Frota, 1988). O conhecimento dos mecanismos do vento nas camadas mais baixas da atmosfera é outra ferramenta importante (Romero, 1988).

O controlo da circulação atmosférica depende de condicionantes de natureza antropogénica ou natural, tais como a temperatura do ar, o tipo de superfícies e a presença de barreiras (colinas, bosques ou edifícios) (Abreu, 2001).

Enquanto junto ao solo, a velocidade é reduzida pelo atrito da superfície, em terreno descoberto, nos primeiros 500 m de altitude pode passar para o dobro. No outono o aumento da velocidade com a altitude é máximo e na primavera é mínimo (Peixoto, 1987).

É normalmente nos aeroportos que se encontram os anemômetros, sendo a sua função principal medir a velocidade do vento e a sua direção. São colocados a cerca de 10 m do solo, numa superfície bem aparada para que não haja obstruções ou vegetação durante uma boa distância e em todas as direções. As informações recolhidas dão a indicação dos ventos que dominam a área, não sendo exatamente as mesmas na paisagem a alguma distância da estação (Moran & Morgan, 1995 e Brown, 2010).

Em relação à direção predominante dos ventos, esta pode ser representada graficamente pela rosa-dos-ventos, cujo comprimento de cada linha indica a percentagem de tempo que tipicamente o vento sopra de cada direção (Brown, 2010).

2.4.2 Humidade atmosférica

Ao longo de uma paisagem, a humidade não revela diferenças significativas, isto deve-se ao fato de existirem mecanismos que misturam as moléculas de vapor de água de modo eficiente. O mesmo ocorre com a temperatura. Diz-se então que a humidade e a temperatura do ar são horizontalmente homogêneas dentro de uma paisagem (Brown, 2010).

A distribuição do vapor de água à superfície da terra depende não apenas da temperatura do ar mas também da existência de água na superfície, sendo as maiores disponibilidades nas regiões oceânicas. A evaporação das águas bem como a transpiração da vegetação (evapotranspiração) provocam a humidade atmosférica (Moran & Morgan, 1995).

O processo sobre o qual a água passa a vapor de água é a evaporação. Esta apresenta os valores máximos no verão e mínimos no inverno, bem como nas regiões quentes e baixas é maior do que nas regiões frias e altas. A média anual de evaporação na parte continental da crosta é de cerca de 500mm/ano ($75\ 000\text{Km}^3$), sendo de 840mm/ano na parte oceânica ($304\ 000\text{Km}^3$). Os oceanos contribuem 4 vezes mais com vapor de água para o ciclo hidrológico do que os continentes (Peixoto, 1987).

A humidade absoluta é a quantidade de vapor de água contido por cada unidade de volume de ar (g/m^3). A humidade relativa é dada pela capacidade máxima do ar de reter vapor de água, a determinada temperatura e representa-se em percentagem (%). O ponto de orvalho ocorre quando o ar satura (Cunha, 1982 e Frota, 1988).

Na atmosfera, a quantidade máxima de vapor de água (humidade relativa) depende da temperatura que, quanto mais elevada mais água retêm. Assim, nas regiões polares e subpolares é muito pequena; nas latitudes médias varia entre 0,5% no inverno e 1,5% no verão. As regiões intertropicais podem chegar aos 3% (Peixoto, 1987).

Muitas são as variações da humidade relativa ao longo do dia e das épocas do ano, devido às mudanças de temperatura diurnas e anuais (Romero, 1988). No entanto, segundo Brown (2010), se falarmos que a humidade baixou, não sabemos se foi a temperatura que aumentou ou mesmo a humidade que diminuiu. Deste modo tornar-se-ia mais fácil se falássemos sempre em termos de humidade absoluta, onde não existem tais confusões.

A humidade absoluta também depende da temperatura, diminuindo, em geral, na estação fria e aumentando na estação quente (Romero, 1988).

O nevoeiro é a humidade condensada junto à superfície. A causa mais comum para a formação de nevoeiro deve-se ao arrefecimento da superfície do solo durante a noite que, por contacto com as moléculas de ar, diminui a temperatura destas e ocorre a condensação da água em gotículas extremamente pequenas. A visibilidade é reduzida em menos de 1000m. As condições ideais de formação são, elevada humidade na tarde anterior, céu limpo, vento fraco e um forte arrefecimento noturno pela radiação terrestre. Normalmente os nevoeiros surgem pela manhã e desaparecem com a insolação, sendo mais comuns nos vales e planícies (Viers, 1981 e Peixoto, 1987).

2.4.3 Precipitação

A precipitação faz parte do ciclo hidrológico que se encontra representado na figura 5. Este consiste na absorção da radiação solar pela superfície do solo, o que provoca a evaporação da água existente, este vapor aquecido vai ascender, iniciando em seguida o seu arrefecimento. Como o ar frio satura muito mais rapidamente do que o ar quente, a determinado ponto fica saturado de água e terá que libertar alguma.

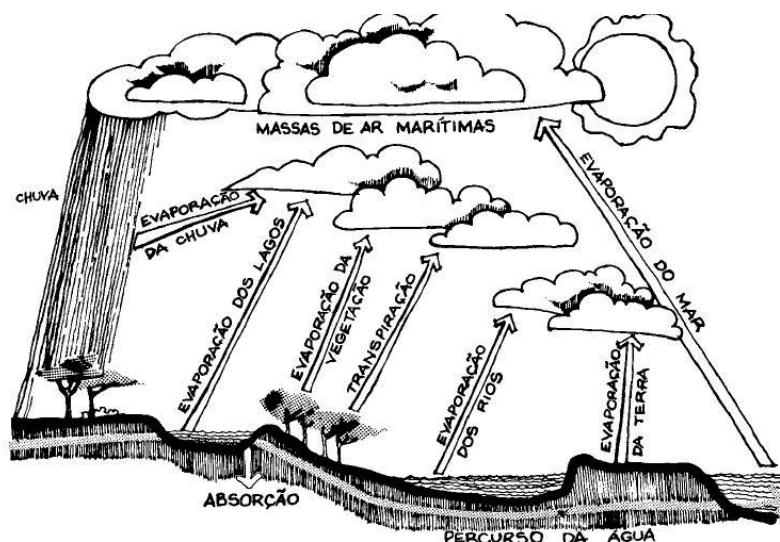


Figura 5 - Ciclo hidrológico. Fonte: Crowther, 1977, citado por Romero, 1988.

Ocorre então a condensação do vapor em água líquida, com pequenas partículas de água que ao colidirem entre elas vão aumentando o seu tamanho e conseqüentemente o seu peso. Quando o ar já não consegue suportar o seu peso, ocorre a precipitação, sendo a temperatura junto ao solo que estabelecerá se é sob a forma de precipitação, neve ou granizo que as gotas chegarão. O ciclo termina com a chegada da água aos oceanos (Barry, 1985, Romero, 1988 e Miranda, 2001).

A precipitação ocorre unicamente se houver ascensão de ar e caracteriza-se pela intensidade, área de cobertura e frequência, ou intervalo de recorrência dos acontecimentos (Barry, 1985).

Segundo Viers (1981) e Miranda (2001), os tipos de precipitação são três, o frontal (ocorre quando o ar sobe em superfícies frontais quentes e frias); o orográfico (ocorre quando o ar é empurrado para cima, sobre uma montanha) e o de convecção (ocorre quando existem bolsas de ar quente em ascensão, originando grandes nuvens que trazem chuva forte, trovões e relâmpagos).

A precipitação surge sob a forma de chuva, neve e granizo (Barry, 1985).

Para que ocorra precipitação, é indispensável a presença de nuvens. Estas são constituídas por um conjunto de mínimas partículas de água líquida ou gelo, ou ambas ao mesmo tempo, em suspensão na atmosfera (Moran e Morgan, 1995).

Existem vários processos de formação das nuvens. Estas são formadas pelo arrefecimento do ar até à condensação da água, devido à subida e expansão do ar. Quando uma parcela de ar sobe para níveis onde a pressão atmosférica é menor, esta deixa de estar sob pressão e expande-se, necessitando para isso de energia que provém do calor absorvido pela parcela, diminuindo a temperatura e ocorrendo condensação. A evaporação da nuvem depende da evaporação das gotículas de água que a compõem devido a um aumento da temperatura (Viers, 1981).

A precipitação é geralmente intensificada pela topografia, dando origem a chuvas orográficas, de acordo com Barry (1985). O Cabo de São Vicente apresenta uma altitude de apenas 67 m, sendo a precipitação anual de cerca de 407,4 mm, enquanto em Monchique, com uma altitude de 800 m, as quantidades são cerca de 1236,9 mm (Magalhães, 2001).

Nos oceanos verifica-se uma maior quantidade de chuva do que em terra, o mesmo acontecendo nas costas a oeste dos continentes, em relação às costas a este. As ilhas superam o oceano envolvente, devido aos efeitos orográficos e convectivos (Anthes, 1992).

As correntes de água quente dos oceanos originam massas de ar quente, húmido e muito instável, propício a fortes precipitações. Pelo contrário, as correntes de água fria produzem massas de ar frio ou fresco, secas e muito estáveis, cuja capacidade de produzir precipitação é nula. É junto à costa que se encontram os piores desertos do mundo (Viers, 1981).

Se falarmos em termos de distribuição mundial da precipitação, esta é muito irregular ao longo das diferentes paisagens. Brown (2010) dá alguns exemplos que descrevem a realidade do planeta em termos de chuvas. Se pensarmos no local mais chuvoso da terra, este localiza-se em Lloro, na Colômbia, onde a média anual de precipitação ronda os mais de 13 000 milímetros. O local menos chuvoso, ou onde nunca sequer choveu, situa-se em Arica, no Chile, sendo a média de 1 milímetro ao ano. Mudando de contexto, para o número anual de dias com chuva, encontramos um local onde a chuva é permanente, no topo de uma montanha no Haiti, registando-se apenas 14 dias sem chuva por ano.

Para um planeamento estratégico em termos de microclima, a estratégia a adotar baseia-se na hora e duração dos da precipitação e não na sua quantidade. Deste modo conseguimos saber qual o período específico em que chove numa determinada região (Brown, 2010).

2.4.4 Temperatura do ar

Nas camadas mais próximas da superfície a temperatura muda constantemente com o tempo, bem como o seu perfil numa dada região. Isto deve-se à relação que existe entre as taxas de arrefecimento e aquecimento da superfície da terra (Romero, 1988).

A temperatura depende da quantidade de calor ganho ou perdido pela superfície da terra ou outras superfícies cujo ar tenha estado em contacto. Assim, o ar em contacto com a superfície que ganhou calor é aquecido por condução. O calor é transferido às camadas superiores por convecção, e as camadas inferiores misturam-se constantemente com as superiores devido à instabilidade criada (Moran & Morgan, 1995).

Outro fator importante na temperatura é a topografia, pois se a atmosfera é seca, o seu arrefecimento ocorre a cerca de 1°C por cada 100 m de distância vertical. Se existir vento que provoque a mistura, passa a ser de 0,6°C a cada 100 m metros (Barry, 1985). Isto deve-se ao facto de o ar, em altitude, estar menos carregado de partículas sólidas e líquidas, que são justamente as que absorvem a energia solar e a difundem aumentando a temperatura do ar (Romero, 1988). Pode também ocorrer o inverso, isto é, a temperatura aumenta com a altura. Ocorre durante a noite, pois a terra absorveu calor durante o dia que é irradiado durante a noite, levando a que o solo arrefeça e a temperatura junto à superfície fique inferior às camadas adjacentes (Romero, 1988).

Se nos movermos ao longo duma paisagem com um termómetro, verificamos que a temperatura será praticamente idêntica. Mas esta leitura não representa na realidade a temperatura do ar mas sim, o resultado da combinação de muitos outros fatores tais como o mercúrio arrefecer devido ao vento ou o calor da nossa mão ser transferido para o mercúrio (Brown, 2010).

Então como será possível retirar valores corretos da temperatura do ar? Primeiro temos de ter certeza que não está a ser afetado por outros tipos de energia, devendo para isso haver circulação de ar suficiente de modo a chegar-se a um equilíbrio térmico, onde não

existe transferência de energia entre ambos. Em segundo, o vento necessita de alguma velocidade e o termómetro tem de estar protegido do sol (Moran & Morgan, 1995).

O método mais efetivo consiste num termómetro de qualidade que é colocado no interior de um tubo pintado de branco ou revestido com platina, refletindo grande parte da radiação. No final do tubo coloca-se uma ventoinha que faça o vento circular e passe pelo termómetro. As medições podem ter erros de 0,1°C ou menos (Brown, 2010).

Brown, (2010), explica como numa experiência realizada num parque de estacionamento, se verificou que a medição à superfície do solo asfaltado ao sol e à sombra, apresenta uma diferença de cerca de 20°C. No entanto, ao medir a temperatura do ar a 1,5 m de altura, a temperatura nos dois sítios era virtualmente idêntica, sendo a diferença cerca de 0,5°C. A temperatura muda ao longo do tempo, das longas distâncias e com a altitude, mas permanece com poucas diferenças ao longo de uma paisagem.

Mas nem sempre isso acontece, e são essas situações que podem ser utilizadas de forma eficaz na modificação do clima. Verifica-se onde existe pouca ou nenhuma mistura de ar, ou seja, onde está completamente calmo (Brown, 2010).

2.4.5 Radiação Terrestre

A radiação terrestre não é um elemento do clima, mas pelo fato de atuar como tal e devido à sua grande influência no clima, foi inserida neste capítulo.

Qualquer corpo cuja temperatura seja superior a 0 °K (Kelvin) ou -273 °C (Celsius) emite energia radiante. Deste modo, verifica-se que ocorre emissão constante de energia radiante por parte da Terra (globo e atmosfera), denominada por isso de radiação terrestre (Peixoto, 1987).

A energia terrestre emitida pela terra é invisível e basicamente constituída por radiação infravermelha. Apenas uma parte é enviada diretamente para o espaço, pois a sua passagem é bloqueada pelas nuvens e poluição, sendo a restante absorvida pela atmosfera. Além da absorver, a atmosfera também reemite a energia terrestre que absorveu (contra radiação), contribuindo para o aquecimento do globo (Moran & Morgan, 1995).

Quando não existem nuvens, a radiação infravermelha é determinada pela presença de vapor de água e de dióxido de carbono na atmosfera. Com o aumento dos níveis de

carbono a partir da Era Industrial, a quantidade de radiação absorvida tem aumentado e provocado aquecimento (Peixoto, 1987).

A superfície da terra tem de perder o calor absorvido e armazenado, uma vez que as quantidades absorvidas têm que estar em equilíbrio com as perdas.

Alguns autores diferem quanto aos processos de perda de calor. Enquanto Romero (1988 e Geiger 1990) concordam com três processos: radiação, convecção e evaporação, sendo ainda acrescentado por Geiser a condução. Outros autores como Cunha (1982), Barry (1985) e Peixoto (1985) retiram o processo de evaporação, permanecendo os restantes três.

- A convecção ocorre nos fluidos (incluindo gases), capazes de desenvolver circulações de energia e redistribuir conseqüentemente o calor pela sua massa. Por exemplo, o ar frio que ao contactar com a terra, aquece, ficando mais leve e subindo para a atmosfera onde é dissipado.
- Na condução o calor é transmitido pelo movimento das moléculas aquecidas que chocam com as moléculas vizinhas. Como o ar é um mau condutor, este tipo de transmissão pode desprezar-se na atmosfera, mas é importante no solo. Por exemplo, numa barra de ferro aquecida numa das extremidades, o calor propaga-se pela barra.
- A radiação, ao contrário das anteriores formas, não necessita de matéria para o seu transporte, como ocorre na atmosfera. A radiação terrestre (emitida pela superfície terrestre) sai sob a forma de infravermelhos, no entanto, a existência de moléculas dos gases de efeito estufa alteram este processo, pois têm a capacidade de absorver a radiação infravermelha emitida pela terra, reemitindo essa energia sob a forma térmica para a atmosfera, aumentando a temperatura, ao contrário do que aconteceria se esses gases não existissem. As nuvens também afetam a radiação emitida pela terra, porque as partículas de água das nuvens absorvem e reemitem a maioria da radiação. Com a atmosfera limpa e seca a radiação terrestre é maior.
- Na evaporação, a água que evapora retira do solo cerca de 580 calorias por grama de água. Quando o vapor de água muda do estado gasoso para líquido,

condensa-se, sendo esta quantidade de calor libertada novamente. Por exemplo, a água ao ser transformada em vapor e se misturar com o ar, provoca o arrefecimento da superfície terrestre.

Em qualquer paisagem ou microclima existe radiação terrestre, e esta pode ser medida por dispositivos apropriados. Existe uma fórmula ($R = \sigma \times K^4$) bastante simples que também permite calcular a radiação terrestre (R) emitida por qualquer objeto, bastando para isso medir a temperatura do objeto em graus celsius (T), adicionar 273 para converter em kelvins (K) e elevar a quatro. A este valor multiplica-se a constante conhecida por sigma (σ), 5.67×10^{-8} (Brown, 2010).

Por exemplo, um indivíduo que esteja na rua ao meio dia e com céu limpo está a emitir 400 W/m^2 de radiação terrestre, e se medirmos a temperatura do ar, $20 \text{ }^\circ\text{C}$, este está emitindo 200 W/m^2 , ou seja $400 - 200 = 200 \text{ W/m}^2$, que mostra como o indivíduo está perdendo mais calor do que está a receber, acabando por sentir frio (Brown, 2010).

Segundo Geiger (1990) e Olgyay (1998), durante o dia o impacto pode não ser grande pois chegam grandes quantidades de radiação solar, mas à noite pode ser bastante importante, pois é quando há uma maior libertação de radiação terrestre. Verifica-se então que ao anoitecer, o céu continua emitindo radiação mas em pouca quantidade, enquanto o solo começa a emitir a radiação terrestre que absorveu durante o dia de sol. Com o tempo o solo acaba por arrefecer porque recebe menos energia do que emite, e arrefece também o ar junto a este que, como é mais pesado do que o ar quente, permanece junto ao solo.

Nem sempre assim acontece, e isso deve-se primeiro, porque ao existir nuvens no céu, as trocas entre nuvens e solo tende a equilibrar (nuvens emitem maior nível de radiação). Segundo porque quando existem árvores, são estas que trocam radiação com o céu, formando-se o ar frio acima destas e não chegando ao solo. Por baixo das árvores há troca de radiação entre o solo e a árvore, existindo equilíbrio e por isso o solo não irá arrefecer tanto como um solo a céu aberto. Por esta razão se verifica em noites de geada, surge gelo branco na erva e não por baixo da árvore. Há também que ter em atenção o ar frio que se forma no topo das colinas, caso não existam árvores, e que vai escorrer pelas encostas até ao vale, onde, caso não tenha saída, vai permanecer e acumular mais ar

frio, podendo matar a vegetação aí existente, incluindo árvores (Brown, 2010 e Geiger, 1990).

É necessário um desenho estratégico para o uso da radiação terrestre em ambientes humanos, que apesar de não ter o mesmo impacto que a radiação solar ou o vento, poderá ter uma grande influência no nível de conforto das pessoas.

3

3. CLIMATOLOGIA URBANA

3.1 Clima urbano

O meio urbano surge muitas vezes com condições climáticas, que diferem do macroclima regional onde se encontra. O clima do campo envolvente serve de comparação para que se possa realizar uma avaliação das alterações no clima da cidade, que estão diretamente relacionadas com a sua dimensão e as atividades predominantes existentes no núcleo urbano. A implicação das modificações climáticas pode ser de tal dimensão, que as áreas urbanas resultam em verdadeiras ilhas de calor (Frota, 1988).

Das alterações climáticas que resultam da intensa urbanização, sobressaem o aumento de temperatura e a alteração do regime dos ventos, entre outros (Abreu, 2006).

O clima urbano é formado por dois sistemas que se inter-relacionam, o sistema antrópico (constituído pelo ser humano e as suas atividades) e o sistema natural (integrando o meio biológico e físico – água, animais, vegetação, solo, etc). Neste sistema, o humano provoca alterações ambientais, de forma rápida e intensa, muitas vezes nocivas ao meio ambiente e a si próprio (Abreu, 2006).

Geiger (1990) e Romero (2001) referem alguns dos fatores que alteram o clima local, sendo eles a modificação substancial da paisagem natural, a grande concentração de áreas construídas, parques industriais, adensamento populacional, pavimentação asfáltica, associada à concentração de poluentes. No quadro 2 é possível comparar a mudança que ocorre em meio urbano, ao nível dos elementos climáticos em relação ao meio rural.

Quadro 2 - Mudança média dos elementos climáticos causados pela urbanização.

Elemento	Comparação com o entorno rural
Radiação	
Global	15 a 20% menos
Ultravioleta, inverno	30% menos
Ultravioleta, verão	5% menos
Duração de brilho do sol	5 a 15% menos
Temperatura	
Média anual	0,5 a 1°C mais
Mínimo no inverno (média)	1 a 2°C mais
Dias de maior calor	10% menos

Elemento	Comparação com o entorno rural
Contaminante	
Partículas e núcleos de condensação	10 vezes mais
Mistura gasosa	5 a 25 vezes mais
Velocidade do vento	
Média anual	20 a 30% menos
Rajadas de vento máximo	10 a 20% menos
Calmaria	5 a 20% mais
Precipitação	
Totais	5 a 10% mais
Dias com menos de 5 mm	10% mais
Queda de neve	5% menos
Atmosfera	
Cobertura (sol)	5 a 10% mais
Nevoeiro, inverno	100% mais
Nevoeiro, verão	30% mais
Humidade relativa	
Inverno	2% menos
Verão	8% menos

Fonte: Landsberg citado por Romero, 1988.

Barry (1985) divide as influências climáticas das cidades em duas classes:

Modificação da composição atmosférica:

- Mudanças no balanço de radiação devido à composição atmosférica (a concentração de poluentes na atmosfera urbana diminui em cerca de 9% a capacidade de se misturar com as atmosferas adjacentes das áreas rurais, podendo baixar 25% em dias sem vento);
- Mudanças no balanço de radiação devido ao albedo, à condutividade calorífica e à capacidade térmica dos materiais da superfície urbana (absorção de calor relativamente alta da superfície das cidades);

- Produção de calor por atividades humanas (aglomerações urbanas grandes podem produzir grandes quantidades de energia através da combustão em indústrias, comércios e domésticos, bem como por veículos motorizados) leva também a um incremento do processo de convecção, o que provoca mais nebulosidade e possíveis precipitações;
- Redução da difusão de calor devido a mudanças nas configurações do fluxo do ar, como resultado da rugosidade das superfícies urbanas (origina fenómenos como a ilha de calor);
- Formação de ilhas de calor (fenómeno característicos dos centros urbanos);
- Redução da energia térmica requerida para a evaporação e evapotranspiração, (não chega energia solar suficiente para que ocorram estes processos, devido ao constante nevoeiro).

Modificação das características da superfície:

- Alteração dos fluxos de ar (devido à rugosidade das superfícies urbanas que impedem a circulação normal dos ventos);
- Diminuição dos níveis de humidade (modificação do carácter da superfície com a ausência de águas paradas e a rápida drenagem das águas da chuva; diminuição da velocidade do vento e a falta de grandes extensões verdes);
- Enchentes, variação dos índices pluviométricos e aumento do escoamento superficial (escoamento da água das chuvas ocorre de forma rápida pois o solo encontra-se impermeabilizado nas cidades, e as áreas com solo natural são reduzidas).

3.2 Fenómeno “Ilha de Calor”

Este é um dos fenómenos mais estudados e visíveis, que decorre do processo de urbanização e provoca alterações climáticas. Constitui uma característica universal do clima urbano, em especial nas grandes cidades. Num estudo realizado por Luke Howard no século XX, sobre a cidade de Londres, é pela primeira vez mencionado este

fenómeno, ainda que sem a expressão de ilha de calor. Esta foi usada pela primeira vez por Gordon Manley, em 1958, num trabalho inglês (Carvalho, 2001).

É normalmente onde as edificações constituem uma massa densa e compacta, no centro das cidades, que ocorre a ilha de calor.

No verão e início do outono é possível verificar mais nitidamente a existência da ilha de calor, nomeadamente poucas horas após o pôr-do-sol, em situação de calma anticiclónica, vento fraco inferior a 5-6 m/s e pouca nebulosidade (Roberta, 2004.)

Segundo Roberta (2004) e Carvalho (2001), a ilha de calor depende do momento do dia e época do ano, da localização geográfica da cidade e peculiaridades locais e do estado do tempo. Caracteriza-se pela sua intensidade, forma ou configuração e ainda pela localização do máximo térmico. Barry (1985) indica que é a forma e densidade urbana que têm maior influência sobre a intensidade da ilha de calor, e não o tamanho da cidade. Na figura 7 é representada forma como a ilha de calor se desenvolve ao longo da temperatura e dos diferentes níveis de urbanização.

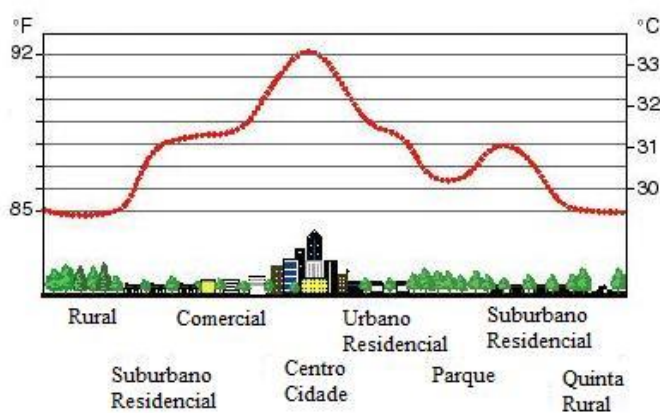


Figura 6 – Ilha de calor e temperatura da cidade. Fonte: <http://eetd.lbl.gov/HeatIsland/High>

Temps/

As causas do fenómeno da ilha de calor são, de acordo com Barry (1985) e Geiser (1990):

- Propriedades termodinâmicas dos materiais permitem armazenar mais calor durante o dia, devolvendo-o à atmosfera à noite, ou seja, possuem um albedo relativamente baixo;

- Calor antropogénico produzido, associado à queima de fósseis, ar condicionado, entre outras;
- Substituição do solo natural por pavimento diminui a evaporação e a evapotranspiração, havendo ainda os eficazes sistemas de drenagem que escoam rapidamente a água das precipitações, retirando-a da superfície e impossibilitando a sua absorção pelo solo;
- Redução da velocidade do vento pelos edifícios impede a mistura da atmosfera urbana com a rural;
- Geometria peculiar das ruas e edifícios atenua o fator de visão do céu, o que provoca uma diminuição da perda de calor por irradiação durante a noite;
- Efeito estufa causado pela camada de poluição que diminui a emissão de radiação terrestre para o espaço à noite, aumentando a concentração de energia abaixo da camada de poluição.

De acordo com Carvalho (2001) as consequências ocorrem a três níveis: meteorológico, socioeconómico e biológico.

Em termos meteorológicos ocorre um fenómeno de convecção urbana, originado pelo aquecimento da cidade, que possibilita a formação de nebulosidade e até precipitação. Pode ainda ocorrer a diminuição da duração e frequência dos nevões. Os dias frios numa cidade são menores do que na envolvente (Edwards e Hyett citados por Abreu, 2006). O nevoeiro característico das ilhas de calor resulta da condensação da humidade e é formado por partículas em suspensão de pó e fumo, formando em pouco tempo uma capa de neblina em forma de cúpula. O nevoeiro vai crescendo em direção ao solo, tornando-se nevoeiro tóxico. Caso não seja limpo por chuvas e ventos fortes, irá impedir o sol de chegar à cidade o que irá aumentar o consumo de combustíveis no inverno (Olgay citado por Abreu, 2006).

As consequências socioeconómicas estão ligadas ao aumento da temperatura nas cidades, que se torna favorável para climas frios e desfavorável para climas quentes, uma vez que provoca o aumento dos gastos com energia, para os sistemas de refrigeração dos edifícios (Carvalho, 2001).

Ao nível biológico, as consequências estão relacionadas com o crescimento das plantas e vegetação da cidade, sendo este fato beneficiado em climas frios e o contrário ocorre em climas quentes (Carvalho, 2001).

Barry (1985), revela que a cidade terá sempre cerca de 5 - 6° C a mais que as áreas rurais envolventes e 6 - 8 °C a mais nas primeiras horas da noite, sem vento e sem nuvens, quando é libertado o calor absorvido durante o dia pelas superfícies.

Em termos de extensão vertical, a ilha de calor não deve ultrapassar os 100-300 m, excluindo cidades com arranha-céus que apresentam maior complexidade (Barry, 1985).

4

4. CONFORTO TÉRMICO HUMANO

4.1 Conforto térmico

O conforto térmico está diretamente relacionado com a sensação de bem-estar do homem. A adaptação ao meio por parte do homem tem vindo a ser realizada ao longo dos milhares de anos, mediante o desenvolvimento de mecanismos que permitem atingir a sensação de bem-estar (Bartholomei, 2003).

A sensação de conforto térmico possui uma estreita ligação com o equilíbrio térmico do corpo humano, sendo esse equilíbrio afetado por fatores ambientais e pessoais. O conforto térmico consiste numa combinação satisfatória da humidade relativa, temperatura radiante média, temperatura do ar e velocidade do ar com as roupas utilizadas pela pessoa nesse ambiente, bem como pela atividade desenvolvida (Bartholomei, 2003).

O fato do corpo humano ser um sistema termodinâmico, permite que este produza calor e interaja com o meio envolvente, ocorrendo trocas térmicas. Quando não existe trocas de energia, o organismo está em equilíbrio térmico, condição esta que não é suficiente para se obter o conforto térmico, uma vez o desconforto pode ocorrer mesmo em equilíbrio (Romero, 1988 e Bartholomei, 2003).

4.2 Equilíbrio térmico do homem

Segundo Romero (1988), o ser humano é um animal homeotérmico, ou seja, a sua energia é conseguida através de fenómenos térmicos. Estes fenómenos resultam de reações químicas internas, em que a combinação mais importante é a do carbono (introduzido sob a forma de alimentos) com o oxigénio (através da respiração). A produção de energia interna a partir de combustíveis orgânicos é o processo denominado por metabolismo. Da energia produzida, apenas 20% é transformada em potencialidade de trabalho, os restantes 80% convertem-se em calor metabólico que tem que ser despendido para o exterior de modo a manter o equilíbrio térmico do corpo. O corpo humano mantém uma temperatura interna constante, na ordem dos 37°C, podendo variar entre 36,1 e 37,2°C. Os limites para a sobrevivência são de no mínimo 32°C e no máximo 42°C, isto em estado de enfermidade (Frota, 1988).

O sistema termorregulador do corpo interfere nas ações de trocas térmicas com o ambiente, mantendo o equilíbrio térmico. O homem deve perder calor em função da

atividade que está a exercer, bem como em função das condições ambientais existentes, podendo a perda ser maior ou menor do que o calor que está sendo produzido (Romero, 1988).

A sensação de frio é provocada quando as condições ambientais propiciam uma perda de calor do corpo superior à necessária para manter a temperatura interna constante. Como o corpo está mais quente do que o ambiente envolvente, vai ocorrendo sempre perda de calor e o corpo necessita de repor essa energia, quer através do seu metabolismo (exemplo, exercício físico), quer através do isolamento térmico (exemplo, roupa).

Pelo contrário, a sensação de calor é provocada quando as condições ambientais propiciam um ganho de energia superior à necessária para manter a temperatura interna constante. O ambiente envolvente encontra-se mais quente do que o corpo, havendo transferência de energia para este. De modo a manter o equilíbrio térmico, o corpo necessita libertar calor, quer através do metabolismo (exemplo, transpiração), quer através do isolamento térmico (exemplo, roupa fresca).

As ações fisiológicas que interferem nestes ganhos e perdas de calor são descritas de acordo com Bartholomei (2003):

- Radiação térmica

É o processo cuja energia radiante é transmitida entre dois corpos com diferentes temperaturas, sob a forma de ondas eletromagnéticas. Estas ondas conseguem-se propagar no vácuo, daí que a transferência de calor do corpo mais quente para o mais frio ocorra mesmo que não exista meio material entre ambos, ao contrário da condução térmica ou da convecção. Ao colidir com a superfície, as ondas magnéticas transformam-se em calor. Sempre que a temperatura de um corpo seja superior a zero, é transmitida constantemente energia.

- Convecção

É o processo cuja propagação de calor ocorre devido à alteração de densidades do fluido (líquido ou gasoso), quando ocorre modificação da temperatura, sendo no caso do corpo humano entre este e o ar envolvente. Quando o ar é mais frio, há transferência de energia a partir do corpo, aquecendo o ar em contacto com este. O ar aquecido é menos

denso do que o ar frio, ocorrendo a sua ascensão e sendo este substituído por ar frio, formando-se um ciclo de convecção. Se a temperatura for igual entre ambos não ocorre processos de troca. Quando a temperatura do organismo é mais baixa, inverte-se o mecanismo de trocas.

- Evaporação

É processo de arrefecimento do organismo quando nenhum dos restantes processos foi suficiente para regular a temperatura interna. O organismo provoca o aumento da atividade das glândulas sudoríparas, formando suor à superfície da pele que é evaporado levando consigo o calor. Por ser um processo exterior ao corpo, endotérmico, o organismo necessita de ceder calor para evaporar o suor formado na pele, diminuindo a sua temperatura interna.

- Condução

É o processo cuja propagação de calor é feita pelo contato de moléculas de diferentes substâncias, geralmente sólidas, com temperaturas diferentes. O corpo em contato com superfícies sólidas provoca transferências de calor entre ambos, dependendo das suas temperaturas.

4.3 Conforto térmico em espaços exteriores

A percepção de conforto pode ser considerada como uma resposta emocional positiva ao ambiente externo, cujas reações podem ser fisiológicas, físicas, sociais e psicológicas. Daí que segundo Scudo & Dessi citados por Faustini e Fontes (2010) os espaços urbanos exteriores devem ser multissensoriais, contribuindo para melhorar a qualidade ambiental (térmica, acústica e lumínica), através da sua forma física, limites e materiais. Este tipo de espaço tem ganho interesse e, desse modo, estimulado a definição de requisitos ambientais para o projeto urbano. Estes requisitos focam-se nas necessidades de conforto, tornando a avaliação da qualidade dos espaços públicos abertos essencial para ajudar o exercício projetual, comprometido com a qualidade de vida urbana (Faustini e Fontes, 2010).

O conforto térmico é um fenómeno bastante complexo e que depende de vários fatores, quer humanos, quer ambientais. É importante então compreender as condições de conforto segundo os parâmetros humanos, o que se torna difícil devido à grande

complexidade do ambiente exterior. Segundo Serra citado por Abreu (2006), os utilizadores de um espaço são alvo de certos parâmetros ambientais que são as características de um determinado espaço. São esses parâmetros, que sendo possíveis de analisar independentemente, servirão de objeto de desenho ambiental na arquitetura.

Faustini e Fontes (2010) e Olgyay citado por Abreu (2006), acrescentam que, os fatores de conforto são dados pelas características de cada usuário do espaço, ou seja, correspondem a condições que são externas ao ambiente, mas que influenciam a sua avaliação. Estes fatores pessoais de conforto podem ser de diferentes tipos, fisiológicos, como a idade ou o sexo, sociológicos, como a educação, a moda, o tipo de atividade, o ambiente familiar, o tipo de alimentação, ou a aclimatação cultural, e psicológicos, segundo as características individuais de cada um.

De acordo com estudos realizados por Huntington citado por Olgyay (1998), existem períodos mais ou menos energéticos por parte do indivíduo, que ocorrem em momentos diferentes e em zonas climáticas distintas. Tendo como exemplo os clima temperado onde se insere Portugal, a primavera e o outono são as estações melhores em termos térmicos e o verão e inverno as piores. No entanto, por estar localizado perto do mediterrâneo, os efeitos nocivos do inverno tendem a diminuir e os do verão a aumentar.

Têm sido criados índices que permitem quantificar o conforto térmico dum espaço. Bueno citado por Júnior (2005) indica que são necessárias as medições das variáveis desse ambiente e uma análise da reação das pessoas a essas variáveis. A figura 8 relaciona a medição da variável temperatura com o número de pessoas que se encontram no espaço exterior.

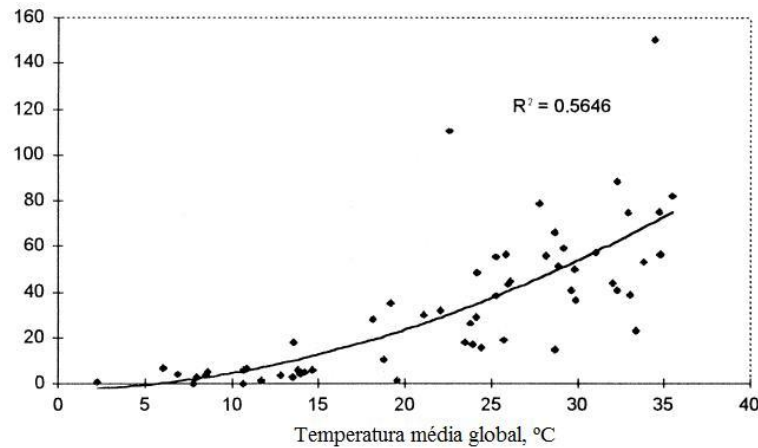


Figura 7 – Variação do número de pessoas no exterior, de acordo com a temperatura global de todas as cidades. Relativo a um estudo feito para averiguar o conforto térmico em espaços exteriores urbanos, utilizando 4 locais da cidade de Cambridge. Fonte: Nikolopoulou e tal, 2001.

Para que ocorra a análise do indivíduo, Frota e Schiffer citados por Júnior (2005), referem que o indivíduo deve estar sem problemas de saúde ou aclimatação, bem como adequadamente vestido. Habitantes de diferentes regiões, têm diferentes níveis de conforto térmico.

Landsberg citado por Romero (1988), refere que o fato de existirem limitações, não é impedimento para que as tentativas possam ser úteis se as pessoas estão cientes das limitações dos modelos, limitações essas que restringem de fato a sua aplicação generalizada. Fazem parte destas limitações o modelar o clima e o tempo realisticamente e a descrição das reações humanas efetivas, com o indivíduo desenvolvendo atividades do dia-a-dia.

Existem seis fatores principais que podem afetar o conforto térmico: humidade relativa, temperatura radiante média, temperatura do ar, velocidade do ar, roupa e nível de atividade. Os primeiros quatro são fatores de parâmetros ambientais e os dois últimos parâmetros humanos. Além destes principais fatores, existem muitos outros que têm efeito na sensação de conforto e que se incluem nos parâmetros humanos, tais como a idade, o sexo, a aclimatação, a forma do corpo e saúde, etc.

4.4 Parâmetros de conforto

4.4.1 Parâmetros ambientais

De acordo com Nikolopoulou e Lykoudis (2006), os elementos climáticos (parâmetros ambientais) compreendem os valores relativos de cada tipo de clima, tais como a humidade do ar, a precipitação, a temperatura e os movimentos do ar. Estes são alvo de controlo pelos fatores climáticos locais que condicionam, determinam e dão origem ao microclima, ou seja, ao clima local, sendo eles a topografia, a vegetação, a água e a superfície do solo natural ou construído.

O microclima dos espaços exteriores, bem como a implicação que isso tem no conforto das pessoas que usam o local, influencia o comportamento das pessoas e o uso do espaço exterior. O ambiente térmico é de suma importância, pois apesar de inconscientes, as respostas ao microclima resultam num diferente uso do espaço urbano em diferentes condições climáticas (Nikolopoulou, Baker e Steemers, 2001).

A sensação de conforto térmico muda de clima para clima, uma vez que as condições ambientais que propiciam sensação de conforto térmico em habitantes de clima temperado ou frio não vão ser as mesmas para climas quentes e húmidos ou quentes e secos (Frota, 1988).

O ambiente térmico desempenha o papel principal no conforto térmico, pois primeiro que tudo, há a necessidade de fazer as pessoas saírem de casa e dos seus locais de trabalho para o exterior, ou pararem quando estão de passagem pelo espaço. O segundo nível mais importante é dado à adaptação psicológica, pois uma vez que as pessoas tenham escolhido vir para o exterior, é porque aceitaram vários fatores sobre as condições térmicas e estão preparadas a se acomodarem (Nikolopoulou, Baker e Steemers, 2001).

Alguns exemplos de como os fatores influenciam de forma diferente o conforto térmico são exemplificados em seguida.

Dependendo da temperatura do ar, o desconforto é crescente com o aumento da velocidade do vento, mas com temperaturas elevadas o efeito refrescante deste é desejado. Assim, as principais fontes de desconforto apontadas pelo estudo provam que

o vento forte em climas de norte é desconfortável, bem como a ausência de vento quando a temperatura ultrapassa os 30°C. A humidade tem um papel secundário, pois as pessoas têm dificuldade em distinguir mudanças no nível da humidade, excetuando quando esta seja muito baixa ou muito alta, e normalmente em conjunto com condições de temperatura (Nikolopoulou e Lykoudis, 2006).

As temperaturas neutras são também algo importante e merecem a nossa atenção. Estas simbolizam as temperaturas em que as pessoas não sentem nem frio nem calor. Segundo o estudo de Nikolopoulou e Lykoudis, (2006), existe uma grande diferença de sensibilidade ao frio e ao calor entre cidades do norte e sul da Europa, bem como uma experiência de diferentes condições climáticas. Estes fatores podem explicar o porquê de em cidades do sul, as zonas de neutralidade serem maiores do que em cidades do norte, sendo estas zonas situadas em estações de transição (outono e primavera).

As temperaturas neutras parecem seguir as temperaturas climáticas numa base sazonal, ou seja, na Primavera são esperadas temperaturas neutras mais baixas devido às temperaturas frias do inverno anterior, e no Outono ocorre o inverso, devido às altas temperaturas de verão. No verão, as temperaturas de base e as neutras estão muito próximas, enquanto no inverno ocorre uma grande diferença, o que demonstra que as pessoas se adaptam mais facilmente ao calor e que a sensibilidade ao frio pode fornecer um alerta antecipado para que o sujeito possa responder e evitar o arrefecimento do organismo, o que seria perigoso (Nikolopoulou e Lykoudis, 2006).

Ter um espaço onde as fontes de desconforto são controladas tem implicações importantes para o desenvolvimento de uma cidade. Se a pessoa se sente confortável, vão ser promovidos os transportes públicos, o caminhar ou andar de bicicleta. Por sua vez, áreas cujo conforto térmico atraí mais pessoas acabam por atrair empresas, trabalhadores, residentes, que tornam a área economicamente rentável. Espaços exteriores com sucesso acabam por beneficiar a imagem da cidade (Nikolopoulou, Baker e Steemers, 2001).

4.4.2 Parâmetros humanos

Independentemente das condições ambientais, os seres humanos são capazes de modificar as suas condições de conforto, adaptando-se. Nikolopoulou e Steemers, (2003), explicam como a possibilidade de adaptação ao espaço é importante para a

satisfação da pessoa, e que quando essa opção lhe é limitada, é causado stress e insatisfação.

De acordo com estes autores, o indivíduo procura uma neutralidade, aquela em que não sente frio nem calor, recorrendo a adaptações quer a nível físico, quer psicológico.

A adaptação a nível físico compreende todas as alterações que o indivíduo faz a fim de ajustar-se ao ambiente ou alterações ao ambiente de acordo com as suas necessidades. Existem dois tipos de adaptação, a reativa e a interativa. Na adaptação reativa, as mudanças que ocorrem são apenas ao nível pessoal, tal como alterar a roupa, postura ou posição, e até o calor metabólico com o consumo de bebidas quentes ou frias. Na adaptação interativa, as pessoas modificam o ambiente de modo a torná-lo confortável para elas, tal como abrir um guarda-sol, uma janela, etc (Nikolopoulou e Steemers, 2003).

A roupa e atividade desenvolvida são destacados como muito importantes por Bartholomei, (2003) e Pezzuto, (2007). Pezzuto (2007) representa a roupa como o isolamento térmico e a atividade física executada como o metabolismo. A roupa tem o papel de barreira entre corpo e meio, sendo que quanto maior for a sua resistência térmica, menor serão as trocas térmicas do corpo com o meio, tal como é possível ver no quadro 3. Esta resistência depende do tipo de tecido, fibra, modelo de fabricação, do ajuste do corpo, etc.

Quadro 3 - Isolamento térmico e itens do vestuário

Peça de roupa	Isolamento térmico I cL (clo)	Peça de roupa	Isolamento térmico I cL (clo)
Roupa de baixo		Calças	
tanga, cueca	0,03	calções	0,06
camisa sem manga	0,04	leve	0,2
camisa manga curta	0,09	normal	0,25
Camisa-blusa		Vestido-saia	
mangas curtas	0,15	saia leve (verão)	0,15

Peça de roupa	Isolamento térmico I cL (clo)	Peça de roupa	Isolamento térmico I cL (clo)
normal, mangas longas	0,2	saia pesada (inverno)	0,25
blusa leve, mangas longas	0,15	vestido leve, mangas curtas	0,2
camisa de flanela, mangas longas	0,3		
Sueter		Casaco	
colete sem manga	0,12	casaco leve, de verão	0,25
sueter leve	0,2	casaco primavera	0,55
sueter pesado	0,35	casaco inverno	0,6
		Diversos	
meias	0,02	sapatos (sola fina)	0,02
meias femininas de nylon	0,03	sapatos (sola grossa)	0,04

Fonte: ISO 7730, 1994

No que diz respeito à atividade física, esta está diretamente ligada ao processo metabólico do corpo humano. O calor metabólico gerado pelo corpo será tanto maior quanto a atividade física realizada, sendo isso demonstrado pelo quadro 4.

Quadro 4 - Metabolismo para diferentes atividades

Atividade	Metabolismo (Met)
Deitado	0,8
Sentado, quieto	1,0
Em pé, sem esforço	1,2
Atividade sedentária (escritório, escola, laboratório)	1,2
Atividade em pé (shopping, laboratório, indústria)	1,6
Atividade média (trabalho pesado)	2,8

Fonte: ISO 7730, 1994

As recentes experiências e expectativas desempenham também um papel importante, sendo responsáveis pelo fato da neutralidade no outono e na primavera seguir o comportamento da estação anterior. Assim, temperaturas mais frias são esperadas na primavera como confortáveis, seguindo as condições frias do inverno, e temperaturas mais quentes no outono, seguindo as temperaturas quentes de verão (Nikolopoulou, Baker e Steemers, 2001).

A adaptação psicológica (naturalidade, efeito de memória, escolha possível, história térmica, expectativas, experiências, tempo de exposição, estimulação ambiental, etc.) é de grande importância, sendo considerada o segundo parâmetro mais importante, a seguir ao ambiental. A pessoa escolhe livremente onde quer estar, e decide expor-se a si própria a certas condições, sendo por isso mais tolerante ao ambiente térmico. O grau de tolerância depende também muito do historial térmico, ou seja, se a pessoa estava num local com ar condicionado ou não. O mesmo não acontece a quem a presença é obrigatória, estando deste modo dependente dos fatores externos, o que pode causar mal-estar ou stresse (Nikolopoulou e Steemers, 2003 e Nikolopoulou e Lykoudis, 2006).

O fato de poder existir adaptação por parte do indivíduo às condições externas do clima, não pode surgir como uma desculpa para a ausência de análise climática de base. A forte relação entre condições microclimáticas e conforto, bem como a necessidade de haver estimulação ambiental, só demonstram como o desenho microclimático dos espaços exteriores permite a sua utilização mesmo em condições climáticas mais adversas.

5

5. DESENHO MICROCLIMÁTICO DA PAISAGEM

De acordo com Panagopoulos (2008), o desenho microclimático surge como forma de controlar o microclima num determinado local, tornando-o termicamente confortável para as pessoas e ao mesmo tempo, melhorando a qualidade de vida das cidades. As respostas dos indivíduos ao microclima podem ser inconscientes, mas são elas que resultam num diferente uso do espaço.

São então necessários conhecimentos gerais dos elementos básicos do clima já explicados anteriormente e, do modo como são afetados e moderados pelos fatores climáticos locais (Panagopoulos, 2008). De acordo com Abreu (2006), os principais elementos são a topografia, os acidentes de terreno, a água e a vegetação.

5.1 Influência dos fatores climáticos locais sobre o clima

5.1.1 Topografia/superfície

O vento sofre influência passiva e ativa do relevo. Quando as correntes de ar são provocadas por diferenças de temperatura e de pressão atmosférica com origem no terreno, estamos a falar da influência ativa. No que diz respeito à influência passiva, esta baseia-se na alteração do campo de vento existente devido à forma do terreno, aos seus montes, vales e encostas. A alteração do vento por influência passiva pode ocorrer ao nível da direção, força e conteúdo dos fluxos de ar, uma vez que estes podem ser desviados ou canalizados pelo relevo (Geiger, 1990).

A humidade é também afetada pois quando o vento é obrigado a elevar-se, ocorre um arrefecimento e consequentemente a diminuição da sua capacidade de reter água, ocorrendo precipitação sob diferentes formas. Por sua vez, quando uma massa de ar desce, não ocorre precipitações. Em locais situados a barlavento e sotavento das montanhas verificam-se estas diferenças na pluviometria, (Romero, 1988, Geiger, 1990 e Carvalho, 2001).

A temperatura é afetada pois a quantidade de radiação recebida varia com as diferenças de elevação e da orientação das encostas. Algumas encostas estão mais expostas ao sol do que outras, bem como grandes elevações recebem, com céu limpo, mais quantidade de insolação do que uma localidade perto do nível do mar. Verifica-se que nas latitudes médias, ocorre um aumento entre 5 a 15% por cada 1000 metros de elevação, da intensidade da radiação solar incidente (Barry, 1985 Geiger, 1990 e Olgyay, 1998).

O relevo tem também influência durante a noite em pequenos espaços, no que diz respeito ao movimento de ar frio e formação de geadas. O que ocorre é que em dias de céu limpo, quando chega a noite, o solo no topo da colina começa a emitir radiação terrestre para o céu e este para o solo, mas em menor quantidade. O solo acaba por arrefecer com o tempo, podendo tornar-se bastante frio e arrefecendo também o ar junto a este. Sendo uma noite calma em que não há vento para misturar o ar, forma-se uma bolha de ar frio que começa a descer a colina e quando chega à sua base, se não tiver para onde ir e ficar retido, irá ficar frio o suficiente para congelar algumas das árvores de fruto, mais sensíveis, que possam existir (Geiger, 1990, Olgyay, 1998 e Brown, 2010).

Isto não ocorre todas as noites, primeiro porque com nuvens no céu, as trocas de radiação entre solo e nuvens tendem a equilibrar (nuvens emitem maior nível de radiação). Segundo porque se existir árvores no topo da colina, serão estas a trocar radiação com o céu, formando-se ar frio mas que não chega ao solo. Ao mesmo tempo as árvores trocam calor com o solo, existindo equilíbrio, e conseqüentemente, o solo abaixo da árvore não irá arrefecer tanto como o solo a céu aberto. Por isso é normal vermos em noites de geada o gelo branco na erva e por baixo da árvore não (Brown, 2010).

5.1.2 Água

Em relação à água, são as grandes superfícies que absorvem e armazenam uma elevada percentagem de energia solar e, deste modo, aquecem e arrefecem de modo mais lento do que as superfícies de terra, atuando como moderadores da temperatura. Outro aspeto importante é o fato da evaporação da água converter a energia do sol em calor latente, o que causa o arrefecimento do ar (Abreu, 2006).

A água possui capacidade termorreguladora, isto é, a sua capacidade calorífica é duas vezes superior à da terra. Origina assim maiores quantidades de vapor de água à superfície, levando à diminuição da irradiação noturna e da radiação direta recebida durante o dia (Magalhães, 2001). A acumulação de água em zonas pavimentadas da cidade permite restabelecer habitats e o equilíbrio hidrológico, melhorar esteticamente os locais, controlar a erosão do solo bem como a contaminação do ar.

5.1.3 Vegetação

A vegetação pode ser utilizada para controlar o clima, modificando aspetos relacionados com a radiação solar, os ventos, a precipitação, a temperatura do ar e na humidade relativa. Devido à sua complexidade, este tema é aprofundadamente no capítulo 5.2.

5.1.4 Cidades

Apesar de não ser um fator climático, esta tem um papel muito importante na modificação dos elementos do clima no interior da cidade, onde se localizam grande parte dos espaços públicos exteriores. Por esta razão, são descritas as influências que a cidade tem nos elementos do clima, dando a conhecer os pontos mais problemáticos.

- Movimentos do ar

A produção de turbulência, o efeito de canalização e a maior aspereza da superfície são os principais efeitos das estruturas urbanas no movimento do ar. A figura 9 mostra como ocorre a deslocação do fluxo de ar numa cidade. O efeito que a cidade tem no movimento do ar varia consoante a altura do dia e a estação do ano. Se durante o dia, os ventos são mais fracos na cidade do que nas áreas rurais envolventes, já durante a noite ocorre uma inversão. Os edifícios das cidades agem como proteções aos ventos oriundos da envolvente, podendo a velocidade ser muitas vezes 5% inferior à dos subúrbios. A maior turbulência mecânica que existe na cidade à noite implica a mudança dos ventos mais fortes das camadas altas para os níveis de ar inferiores. As diferenças na velocidade do vento entre áreas rurais e urbanas é mais visível quando o vento é forte e, neste caso, quando é inverno, pois no verão registam-se médias de velocidade mais baixas. No interior das cidades, a velocidade do vento depende das características da superfície, em termos de densidade e altura das barreiras (Barry, 1985).

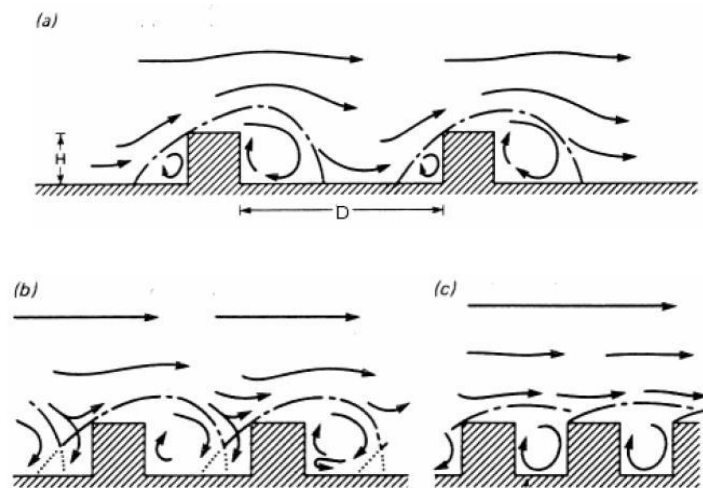


Figura 8 - Fluxo de ar associado a diversas geometrias urbanas. Fonte: Torre, 1999.

Os poluentes e resíduos são transportados pelo ar, em fluxos e remoinhos de grande velocidade, que com apenas 5 m/s de velocidade já são incomodativos e com 20 m/s são perigosos. As ruas estreitas são as menos afetadas pela turbulência dos ventos (Barry, 1985). No entanto, é também nas ruas mais estreitas que o vento aumenta de velocidade, pois o canal de passagem estreita-se e a quantidade de vento permanece igual. Nas ruas largas, o vento segue o curso da rua (Abreu, 2006).

Os edifícios a barlavento do vento, ou seja, contra o vento, estão expostos a rajadas fortes, enquanto no sotavento, ou seja, na direção do vento, a influência é pouca. (Barry, 1985). Em edifícios colocados atrás uns dos outros, originam-se remoinhos locais a sotavento, deslocando-se o restante vento em torno do edifício e provocando um aumento da velocidade do vento de cerca de 30% nas esquinas (Edwards e Hyett, citados por Abreu, 2006).

- Humidade atmosférica

Nas cidades a evaporação local é diminuída pela falta de águas paradas ou rápido escoamento das águas. A evapotranspiração é eliminada pela falta de extensões verdes, provocando o aumento da temperatura. Por ter disponíveis menos fontes de fornecimento, a humidade absoluta nas cidades de latitude média apresenta, em média, menor humidade que a zona rural em redor, particularmente se houver ventos fracos e grande nebulosidade (Barry, 1985 e Romero (2001).

À noite, devido ao rápido arrefecimento do ar na periferia, o ar fica saturado e impedido de adquirir mais vapor de água. Na cidade, mesmo havendo menor evaporação, a temperatura do ar é maior, o que reduz o ponto de orvalho e permite a manutenção de um ar mais húmido (Abreu, 2006).

Se falarmos em termos de humidade relativa, esta pode ser cerca de 30% superior à das áreas rurais, durante a noite, devido às temperaturas elevadas na cidade (Barry, 1985).

- Precipitação

Não são muito precisas as interferências da cidade na precipitação, mas sabe-se que as cidades situadas na Europa e América do Norte modificam o tempo local especialmente no verão. São presenciados excessos de precipitação em condições limite, que podem ter a sua causa em efeitos orográficos e de turbulência dos edifícios, na maior densidade de núcleos de condensação e na convecção térmica (Barry, 1985 e Romero (2001).

- Temperatura do ar

A modificação da temperatura associada às cidades encontra-se associada ao fenómeno de ilha de calor, já explicado anteriormente.

- Radiação solar e terrestre

No que diz respeito a valores relacionados com a radiação solar, Landsberg citado por Abreu (2006) afirma que a radiação que chega às áreas envolventes à cidade é 15 a 20% maior, devido sobretudo à contaminação atmosférica e à nebulosidade. A radiação incidente nas cidades também varia de acordo com a sua latitude, sendo que as que se situam mais perto do equador recebem não só maior quantidade de radiação ultravioleta, como tendem a receber com maior incidência a radiação nas superfícies horizontais. O clima urbano vai então depender da capacidade que a cidade tem de absorver calor, o que por sua vez dependerá da localização da cidade, da capacidade de absorção dos materiais que a constituem, do tipo de revestimento do solo e da duração da exposição solar.

Em relação ao calor proveniente da ação antropogénica (radiação terrestre), Lombardo citado por Abreu (2006) explica que no que diz respeito aos sistemas de ar condicionado, estes apenas retiram o ar quente do interior, libertando-o no exterior, o que aumenta a temperatura do ar. Brysson e Ross citados por Abreu (2006) lembram

que a combustão em muitos dos motores automóveis tem uma produção de calor equivalente ao de uma lareira caseira típica de inverno. Landsberg citado por Abreu (2006) indica que o calor produzido pelo metabolismo basal e atividade muscular do homem contribui consideravelmente para o total de energia térmica resultante da ação antropogénica.

5.2 Influência da vegetação nos elementos do clima

5.2.1 Radiação solar

A vegetação reduz a temperatura do ar, essa é a sua principal função. Nas cidades, a vegetação reduz o efeito de ilha de calor, não pelo arrefecimento do ar, mas sim pelo menor aquecimento do ar. As temperaturas são reduzidas pela sombra direta, bem como pela moderação dos ganhos de calor através da evapotranspiração das plantas e pela conversão da radiação solar incidente em calor latente. Esta diminuição de temperatura leva a que haja também uma diminuição da radiação terrestre a ser emitida pelo solo e folhas, em oposição às superfícies envolventes (Olgyay, 1998 e Dimoudi e Nikolopoulou, 2003).

A vegetação é o controlador com mais impacto sobre a radiação solar, principalmente em contexto urbano, onde proporcionar sombra se tornou indispensável. O quadro 5 exhibe a reflexão, transmissão e absorção de uma folha, segundo o tipo de radiação que recebe, percebendo-se o grande impacto que a vegetação tem na radiação solar que atinge a cidade. No entanto nem todos os impactos sobre a radiação são tão visíveis, existem outros cujos efeitos são igualmente importantes (Torre, 1999).

Quadro 5 – Coeficientes médios de reflexão, absorção e transmissão de uma folha verde para diferentes longitudes de onda segundo Oke, 1990.

Longitude de onda μm		Reflexão	Transmissão	Absorção
Fotossíntese	0,38 - 0,71	9%	6%	85%
Próximo do infravermelho	0,71 - 4,00	51%	34%	15%
Onda curta	0,35 - 3,00	30%	20%	50%
Onda longa	3,00 - 100,0	5%	0%	95%

Fonte: Torre, 1999

Se pensarmos nos 100% de energia solar incidente, verificamos que cerca de 5-20% são absorvidos para fotossíntese, 10-15% emitidos, 5-20% refletidos e 20-40% são dissipados por evapotranspiração. Estes valores sofrem variações de acordo com a estrutura da planta, forma, distribuição e densidade da folhagem, bem como as características de foliação de cada espécie. Além destas variantes, as percentagens também variam de acordo com os comprimentos de onda (Torre, 1999 e Carvalho, 2001).

As árvores caducifólias são as espécies mais interessantes no que toca ao controlo da radiação solar, principalmente em climas temperados. Pretende-se que a espécie permita baixa transmissibilidade no verão e mais alta no inverno, além dum ciclo de foliação que ocasione variações de transmissibilidade em harmonia com as necessidades de aquecimento e arrefecimento dos espaços exteriores urbanos (Romero, 1988, Olgay, 1998 e Torre, 1999).

No que diz respeito à iluminação natural, ou luz visível, a transmissibilidade das árvores é um pouco menor à do total do espectro de radiação solar. Isto ocorre pois as plantas estão adaptadas para absorver a parte visível do espectro solar (entre 0,35 e 0,75mm), utilizando-a na fotossíntese. As percentagens em relação à radiação visível são de apenas 10% de reflexão e 10% de transmissão através da folhagem (Torre, 1999). Na figura 10 é visível o efeito que a vegetação tem em comprimentos de onda grandes.

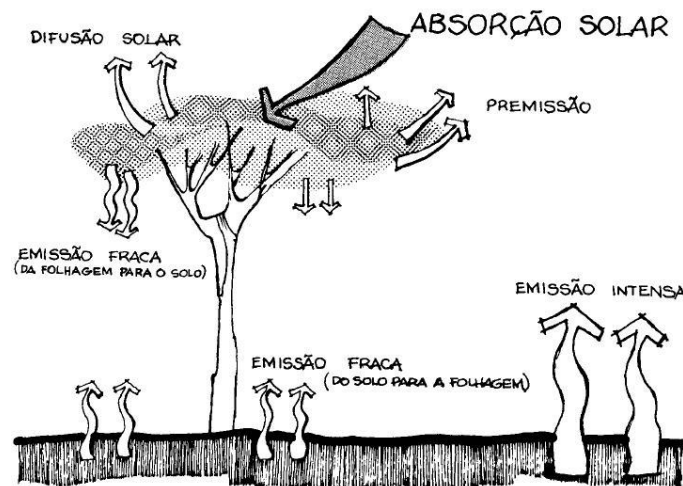


Figura 9 - Efeito regulador da vegetação nas radiações de grande comprimento de onda.

Fonte: Izard/Guyot, 1980, citado de Romero, 1988.

A radiação difusa e a radiação direta variável são os constituintes da iluminância sob uma árvore, sendo que a radiação direta passa através da folhagem. A iluminância de uma cobertura vegetal é determinada pela altura da vegetação, a espécie, a idade e o tipo de folhas. Além destes fatores, também o tipo de agrupamento é importante, tal como é visível na figura 11.

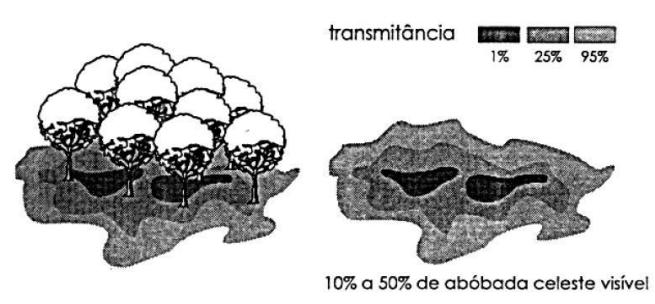


Figura 10 - Variação da iluminância segundo a posição debaixo da árvore ou grupo de árvores. Fonte: Mascaró, citado por Torre, 1999.

De acordo Dimoudi e Nikolopoulou (2003), nas cidades, as principais consequências são o aumento do arrefecimento latente pela mistura do ar através da evapotranspiração; redução das trocas de ondas longas entre os edifícios e o céu à medida que as temperaturas do edifício são diminuídas pelo ensombramento; redução dos ganhos de energia solar através de janelas, paredes e telhados através do ensombramento e ainda redução dos ganhos de calor por convecção e condução, através da diminuição da temperatura do solo pela evapotranspiração durante o verão.

5.2.2 Velocidade e direção do vento

A ação do vento em ambientes densamente urbanizados tem um efeito pouco mensurável, estando este associado principalmente à estrutura urbana, ou seja, à altura dos edifícios, à largura das ruas, às diferenças de altura dos edifícios, à continuidade e direção da trama urbana, etc (Torre, 1999).

Segundo Torre (1999) em área menos urbanizadas, ou suburbanas, onde se destacam vivendas unifamiliares, os efeitos são mais consideráveis. Segundo um estudo realizado por Heisler 1989 citado por Torre (1999), se a área arborizada tiver um aumento de 10%, esta pode reduzir entre 10 a 20% a velocidade do vento, e se o aumento for de 30%, a redução pode chegar aos 15 a 35%. Durante o inverno, quando as árvores perderam as suas folhas, o seu poder protetor conserva-se entre 50 a 90%. Em relação a

espaços abertos, a colocação de árvores pode ter um efeito de diminuição da velocidade do vento até 1/3.

O uso de barreiras protetoras só é praticável em construções localizadas em áreas de baixa densidade de construção. O grau de proteção depende das dimensões da barreira (largura, longitude e altura), da direção e velocidade do vento, da densidade e penetrabilidade do material constituinte da barreira e por último a sua forma (Torre, 1999).

A permeabilidade é o fator mais importante para a ação de uma barreira na velocidade do vento, sendo a densidade média o ideal e produzindo assim menos turbulências. Quanto maior a obstrução, maior a redução, mas o efeito prolonga-se a distâncias mais curtas e origina turbulência. Segundo Robinette citado por Torre (1999), a densidade entre 30 e 40% (densidade média), é a mais efetiva, como é possível ver no quadro 6, sendo o ideal que a densidade aumentasse com a altura segundo a velocidade do vento (Torre, 1999 e Brown, 2010).

Quadro 6 – Redução da velocidade do vento a sotavento de uma barreira com diferentes alturas e densidades.

Densidade da barreira	Redução da velocidade do vento %			
	5 H	10 H	15 H	30 H
Muito aberta	18	24	25	18
Aberta	54	46	37	20
Densidade média	60	56	48	28
Densa	66	55	44	25
Muito densa	66	48	37	20

Fonte: Torre, 1999

A canalização do vento é possível através da vegetação e outros elementos do espaço. Em áreas edificadas, o vento circula em redor dos edifícios, sendo a colocação de árvores propícia a criar correntes de ar indesejadas. Há que ter especial cuidado com a colocação da vegetação, obstruindo a correntes de ar frio no inverno e permitindo a circulação de ventilação no verão (Torre, 1999 e Carvalho, 2001).

5.2.3 Temperatura e humidade do ar

A evapotranspiração é o principal fator de minimização da temperatura e aumento da humidade, tendo a sombra projetada pela vegetação sobre as superfícies também um papel muito importante. A humidade existente no solo também oferece a sua contribuição, apesar de pequena. O efeito desejado apenas ocorre se for originado por um conjunto de árvores, tal como apresenta o quadro 7, e não apenas por exemplares isolados, cujo efeito é rapidamente anulado pelo vento (Torre, 1999 e Brown, 2010).

Quadro 7 – Variações de temperatura observadas debaixo da sombra da vegetação.

Tipo de agrupamento	Verão	Outono	Primavera	Inverno
Árvore isolada	-3,7 a -1,3	-	-	-8 a 1,0
Grupo heterogéneo	-4,4	-3,6 a -2,8	-	5,0
Grupo homogéneo	-4,7	-3,1	-3,7 a 3,2	-5,1

Fonte: Torre, 1999

Se o efeito pretendido ocorrer num microclima separados dos sistemas atmosféricos predominantes, então a vegetação terá um efeito visível. Exemplo disto são os grandes parques urbanos, tal como mostra a figura 12, rodeados por áreas densamente urbanizadas, ou até os pequenos pátios interiores (Frota, 1988 e Torre, 1999).

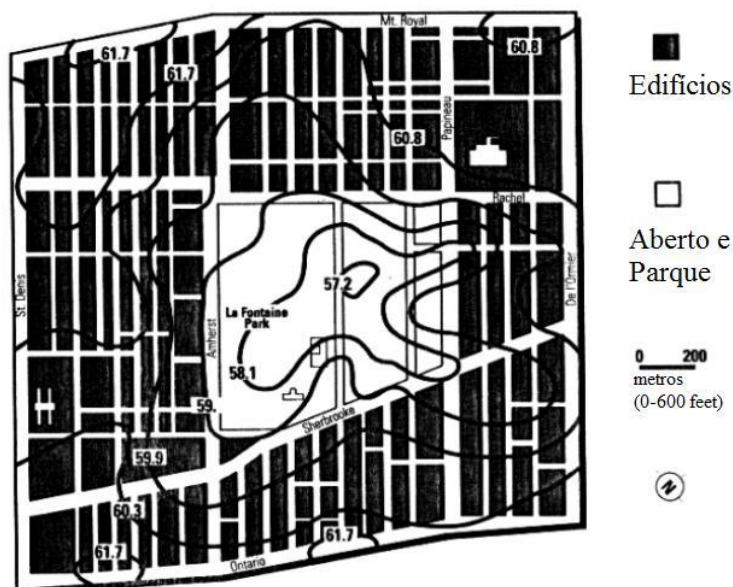


Figura 11 - Distribuição das temperaturas (F°) em LaFontaine Park e a sua envolvente em Montreal, Canadá. Note-se que as temperaturas são menores sobre o parque devido à existência de vegetação. **Fonte: Torre, 1999.**

A humidade existente no ar tem o papel de impedir os extremos de temperatura, isso acontece pois a partículas de água em suspensão conseguem receber o calor do sol e aquecer. Além disso também funcionam como uma barreira diurna à radiação solar, e à noite ao calor libertado pelo solo (Frota, 1988).

O calor armazenado durante o dia no solo tenderá a ser libertado pois a temperatura do ar é menor do que a do solo. As partículas de água em suspensão que armazenaram calor durante o dia também vão devolver ao ar o calor arrecadado, dificultando a dissipação do calor do solo e mantendo deste modo as temperaturas noturnas mais elevadas, e não muito diferentes das diurnas. A amplitude térmica é por isso baixa (Frota, 1988).

Em climas secos, sem humidade no ar, a libertação de calor à noite a partir do solo será facilitada, tornando a diferença entre dia e noite grande, ou seja, uma grande amplitude térmica (Frota, 1988).

5.2.4 Precipitação

A vegetação consegue intercepta e controlar os diferentes tipos de precipitação, através dos galhos, ramos, folhas, troncos e cascas que podem segurar e filtrar as chuvas. De acordo com a espécie vegetal, assim varia a quantidade de chuva que chega ao solo (Carvalho, 2001).

Beale, Linskens et Ovington apud Robinette citado por Carvalho (2001) referem que apenas 60% da chuva que caí sobre uma cobertura de pinheiros alcança o chão e 80% da chuva que caí sobre uma floresta de árvores com madeira mais dura alcança o chão. Isto ocorre pois o grande número de folhas com ângulos agudos permite que a água penetre nas suas cavidades, absorvendo a humidade da chuva e da transpiração vegetal. As coníferas são capazes de reter 5 vezes mais água do que árvores de folha larga. Quando as copas, os galhos e os troncos ficam saturadas a água desliza para o solo.

5.3 Guias para o desenho microclimático

5.3.1 Controlo através da vegetação

5.3.1.1 Radiação solar

Aos espaços exteriores chega a radiação solar que incide sobre objetos e ocupantes. A radiação pode ser proveniente diretamente do sol (direta ou difusa) e das reflexões de superfícies não sombreadas existentes no espaço.

- **Radiação direta e difusa** (Torre, 1999, Carvalho, 2001 e Brown, 2010).

Para impedir a incidência da radiação solar direta e difusa, é necessário obstruí-la através do uso de elementos vegetais cuja sombra proteja a zona.

Ações:

- Colocação de telas de sombra verticais ou horizontais, dependendo da altura do solar;
- Implementação de coberturas de materiais construtivos tais como madeira, lona, betão, etc., associados a estruturas vegetais.

Elementos vegetais mais apropriados de acordo com o espaço:

- Praças: arvoredos em linha, árvores em grupo e coberturas verticais e pérgolas (visível na figura 13);
- Ruas e passeios pedonais: arvoredos em linha e coberturas verticais e pérgolas.

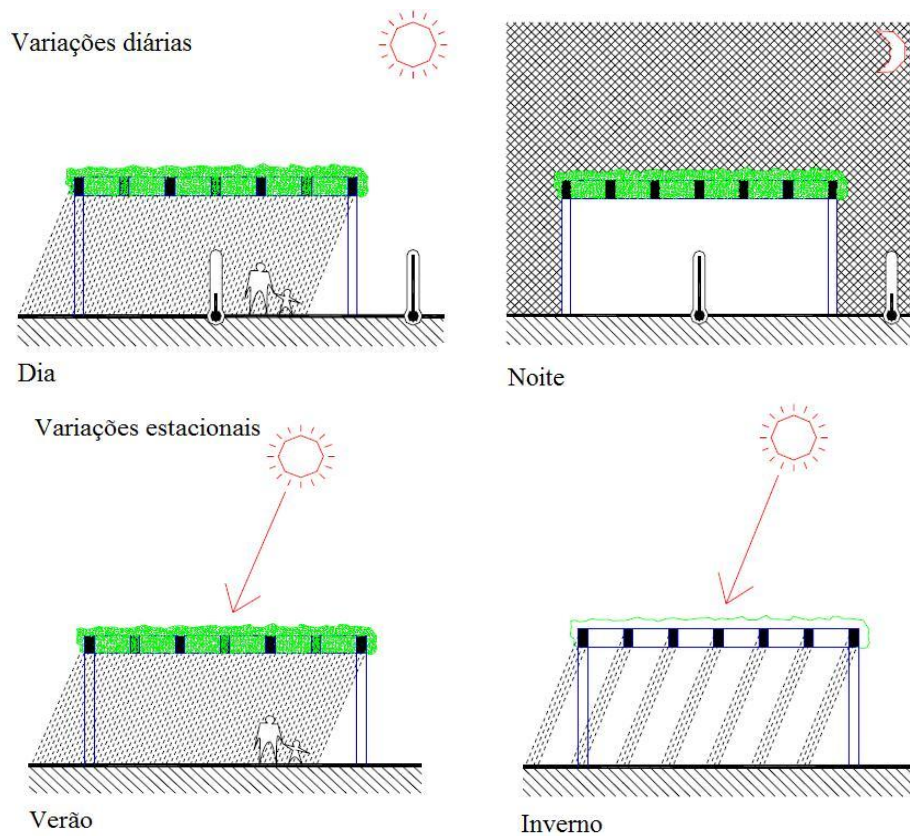


Figura 12 – Ações climáticas da pérgola. Fonte: Torre, 1999.

Colocação no espaço dos elementos vegetais:

- Alturas solares $< 30^\circ$ de latitude, elementos que formem barreiras verticais;
- Alturas solares $> 30^\circ$ de latitude, elementos que formem barreiras horizontais;
- Quando se utilizem pérgolas, é possível colocar duas capas de folhagem de modo a diminuir a penetração de radiação. Coloca-se uma espécie mais resistente ao sol na parte superior e espécies de sombra na camada inferior;
- Na criação de barreiras verticais elegem-se árvores e arbustos com folhagem uniforme e com distribuição ao longo do tronco;
- Nas barreiras horizontais a folhagem deve estar na parte superior, criando uma capa mais ou menos homogênea;
- A distância de plantação de árvores é estabelecida segundo as dimensões, forma e densidade da folhagem;

- Utilizam-se espécies perenifólias em climas ou situações cuja proteção seja necessária em qualquer época;
- As espécies caducifólias são utilizadas em climas cuja presença do sol seja desejada no inverno e indesejada no verão.

- **Radiação refletida** (Torre, 1999, Carvalho, 2001 e Brown, 2010).

São necessárias três ações para reduzir a radiação refletida.

Ações:

- Impedir a reflexão através da colocação de elementos verticais de baixa altura;
- Não permitir o acesso da radiação direta à zona refletora, colocando elementos vegetais horizontais de sombra, como arvoredos ou pérgolas;
- Trabalhar diretamente sobre a superfície refletora, colocando cobertura vegetal com baixo albedo ou combinando elementos vegetais com inertes,

Os elementos vegetais descritos são válidos em praças e ruas:

- Como elementos anti refletores: coberturas vegetais e sebes;
- Como elementos de sombra: arvoredos e pérgolas.

Colocação no espaço dos elementos vegetais:

- Nas superfícies circuláveis é necessário combinar materiais inertes ou pavimentos com vegetação, criando um equilíbrio entre uns e outros, bem como dos seus albedos;
- Quando se pretende que determinada superfície receba sol, tal como uma fachada, devem-se usar espécies caducifólias;
- Ter em atenção a altura e espessura das sebes;
- Verificar a inclinação e orientação da superfície.

- **Radiação terrestre** (Torre, 1999, Carvalho, 2001 e Brown, 2010).

Todos os corpos emitem radiação tendo em conta a sua temperatura, daí que a maioria das estratégias de controlo deste parâmetro se baseiam nas temperaturas superficiais dos objetos.

Ações:

- Em termos de albedo e armazenamento térmico, são as cores dos materiais que determinam a refletância ou absorção de energia. Se pretendemos uma superfície que capte o calor, opta-se por materiais de cor escura (albedo baixo) e grande massa térmica tal como o asfalto cujo albedo é de 5-15%. Se pelo contrário se necessita de uma superfície fresca, então são os materiais claros (albedo alto) tais como o betão cujo albedo é de 30-50%;
- Se pretendemos aumentar ou diminuir a temperatura de um determinado solo isso é possível, através do controlo da radiação solar que atinge a superfície a tratar. Se o que desejamos é aquecê-la, então deve evitar-se colocar objetos sólidos opacos ou elementos vegetais que impeçam a passagem dos raios solares. Se pelo contrário queremos uma superfície fresca, devem colocar-se elementos vegetais de sombra;
- Se irrigarmos uma superfície vegetal, esta vai ter menor temperatura que o ar devido à evaporação, aumentando a humidade ambiente;
- A implantação de coberturas vegetais é útil pois estas têm um papel regulador de intercâmbio radiativo. Isto ocorre pois a sua temperatura é mantida próxima da do ar, quer seja dia ou noite;
- Combinar elementos vegetais com materiais sólidos permite manter as superfícies frescas. Desenvolvem-se sistemas quer por evaporação (materiais porosos acumulam mais humidade que é evaporada), quer por condução (materiais impermeáveis com alta condutividade conseguem permanecer frescos em contacto com o solo). A cobertura vegetal tem a função de manter o solo húmido e fresco.

5.3.1.2 Movimento de ar

Segundo Torre (1999) e Brown (2010), o vento afeta significativamente as pessoas e edifícios, mas a sua modificação é possível, principalmente por vegetação e barreiras sólidas. O fato de ser muito imprevisível, tanto na velocidade como na direção, deve-se sobretudo às turbulências que encontra e à rugosidade do terreno.

De acordo com Robinette citado por Torre (1999) as ações presentes na figura 15 são:

- Filtração: ao passar por uma barreira permeável, reduz a velocidade do vento;
- Obstrução: bloqueia o fluxo de ar numa zona;
- Canalização: conduz o vento para onde este é necessário, modificando-lhe a direção;
- Deflexão: diminuição a velocidade do vento ao desviá-lo.

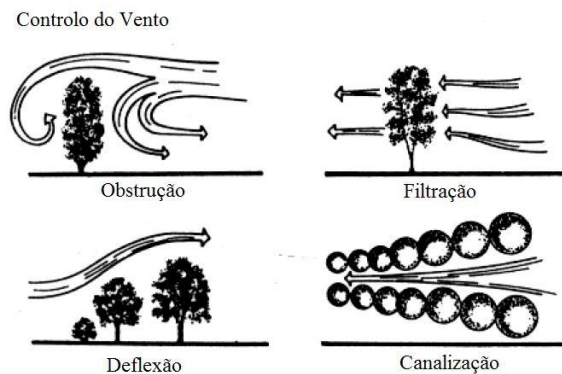


Figura 13 - Efeitos climáticos da vegetação no movimento do ar. Fonte: Robinette citado por Torre, 1999.

Para Torre (1999) e Brown (2010), qualquer modificação que se faça tem como elemento básico uma barreira, composta por árvores ou arbustos. Com esta escolha existem algumas características a ter em conta:

- Longitude da barreira, como mostra a figura 16. Se o comprimento de uma linha de árvores for aumentado, isso provocará o aumento da largura da sombra de vento (área de influência da modificação do vento), mas só até determinado valor. Em geral, além de uma largura 11 vezes superior à altura (H), a sombra já não aumenta, mantendo-se entre os 8 e 9 H;

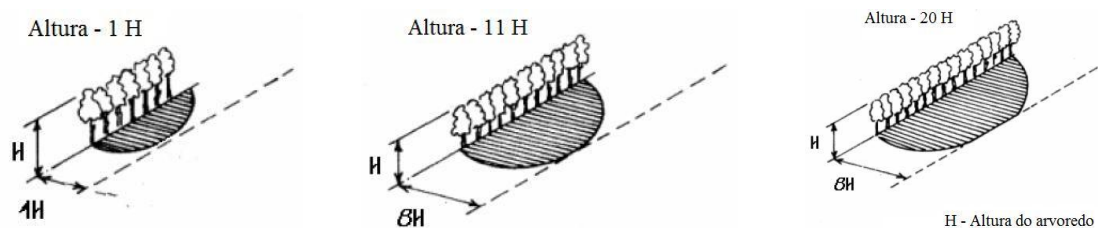


Figura 14 – Efeito da longitude da barreira. Fonte: Torre, 1999.

- Altura da barreira. Quanto mais alta for a barreira, maior a proteção dada. Neste caso a sombra do vento tende a estender-se até 20 a 25 vezes a altura da barreira. À distância de 5 vezes a altura da barreira é onde ocorre a maior redução da velocidade do vento;
- Permeabilidade, visível na figura 17. A redução e distribuição do fluxo de ar em volta da barreira dependem da sua permeabilidade e altura. Se a permeabilidade for baixa, a velocidade baixa repentinamente mas recupera a curta distância e origina turbulências. Pelo contrário, se a permeabilidade for alta, a diminuição do vento é menor mas não origina turbulências e o seu efeito atinge uma maior distância.

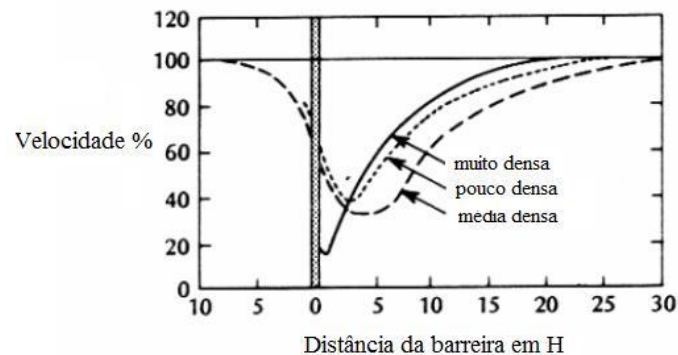


Figura 15 – Efeito de um quebra-vento em função da sua permeabilidade (W. Naqely, 1946). Fonte: Torre, 1999.

Largura da barreira, como mostra a figura 18. A velocidade do vento é minimizada pelo aumento da largura e densidade da barreira, podendo até formar arvoredos. Quanto maior a largura, menor a sombra do vento a sotavento, ou seja, há menor proteção fora do conjunto de árvores. Por sua vez, se a barreira for constituída apenas por uma única linha de árvores, a sombra do vento será maior. Na zona interior de áreas de arvoredo, pode ocorrer uma diminuição entre 50 a 90% da velocidade do vento, sendo a área central a mais protegida, o que também depende muito da densidade e permeabilidade da barreira.

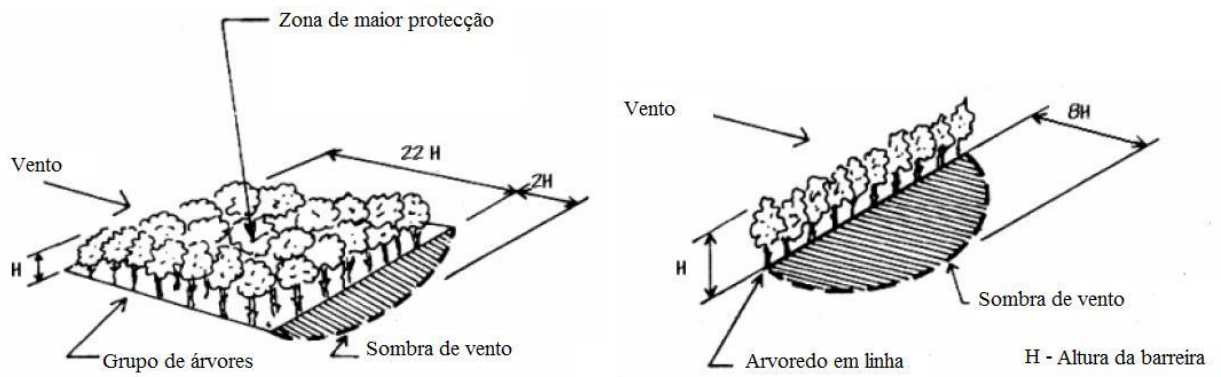


Figura 16 – Efeito da largura da barreira. Fonte: Torre, 1999.

- Forma, presente na figura 19. O movimento do vento é influenciado, tanto em planta como em alçado, pela forma da barreira. As maiores turbulências são causadas por arestas fechadas ou pouco uniformes, contrariamente a curvaturas suaves.

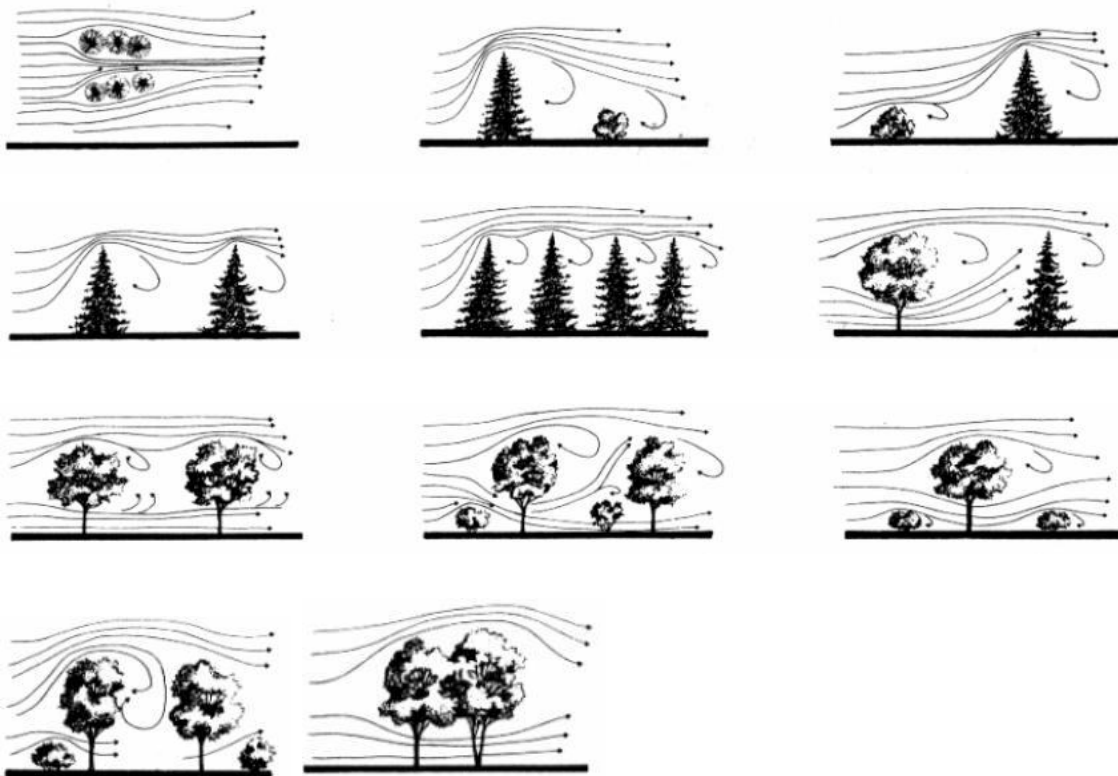


Figura 17 – Influência da forma da barreira. Fonte: Torre, 1999.

Elementos vegetais

Qualquer elemento vegetal utilizado criará sempre uma barreira, no entanto, é a árvore aquele que apresenta melhores resultados, quer seja utilizado em linha ou em conjuntos. Estruturas como a pérgola apenas protegem pequenas zonas e é necessário que esta apresenta uma inclinação pronunciada ou seja vertical (Torre, 1999 e Brown, 2010).

Na proteção de ruas, o controlo do vento é limitado, baseando-se a sua proteção a uma escala muito reduzida, como esplanadas ou entradas de edifícios. Em relação aos passeios pedonais muito amplos, é possível criar um conjunto de barreiras que originam pequenos abrigos onde se pode permanecer algum tempo (Torre, 1999 e Brown, 2010).

As praças surgem como um dos locais onde melhor se controla o vento, sobretudo pelo fato de haver uma maior liberdade de escolha do local de implantação dos elementos vegetais. Os pontos mais complicados são onde desembocam as ruas que chegam à praça (Torre, 1999 e Brown, 2010).

De acordo com Torre (1999) e Brown (2010) as características da vegetação para controlo do vento são:

- Penetrabilidade. Capacidade que a espécie tem de reduzir o vento, de acordo com a densidade da sua folhagem.
- Exposição solar. As espécies ou espécie escolhida deverão ser resistentes tanto ao sol como à sombra, pois a sua escolha não está associada à sua localização em relação ao sol, mas sim à proteção.
- Caráter da folhagem. A escolha de espécies perenes permite proteção ao longo de todo o ano, sendo por essa razão as mais recomendadas para climas frios, tendo o cuidado de não criar sombreamentos indesejáveis. As espécies caducifólias apenas atuam no verão, quando a sua folhagem se encontra a 100%, as suas ramas no entanto podem chegar a reduzir 10% ou mais do vento.
- Forma e disposição da folhagem. Quando se pretende cobrir grandes alturas, são recomendáveis árvores cuja folhagem seja uniforme e se distribua ao longo do seu tronco. Para pequenas alturas são os arbustos a melhor opção. Também é possível conjugar árvores e arbustos em barreiras mistas, cobrindo toda a altura.

- Tempo de crescimento. Devem optar-se por elementos vegetais o mais maduro possível, pois a ação do vento pode provocar malformações ou levar à morte de exemplares jovens.
- Stresse por vento. Deverão ser escolhidas espécies que apresentem resistência ao vento, de modo a conservar a sua folhagem e a não sofrerem deformações excessivas.

5.3.1.3 Temperatura e humidade

A vegetação é conhecida pela sua capacidade de diminuir a temperatura do ar, aproveitando a evapotranspiração que ocorre, o que não deixa de ser verdade, mas apenas em parte (Torre, 1999 e Brown, 2010).

É verdade que o ar junto à folhagem das plantas consegue arrefecer, sobretudo devido à evaporação direta da água do solo e da transpiração das plantas, mas apenas se a humidade relativa do ar for suficientemente baixa. O seu arrefecimento nunca ultrapassará a temperatura do bolbo húmido. No entanto este efeito é passageiro, sendo rapidamente dissipado pela mistura que ocorre com o movimento do vento (Torre, 1999 e Brown, 2010).

Este método apenas seria eficiente se ocorresse num ambiente isolado, onde não ocorra mistura do ar. Por exemplo, num jardim murado que não permita passagem de vento, localizado numa depressão ou rodeado de edifícios, sendo que o ar fresco ficaria retido entre o solo, os muros e a folhagem, permanecendo com uma temperatura menor. Esta situação, no entanto, ocorre poucas vezes (Torre, 1999 e Brown, 2010).

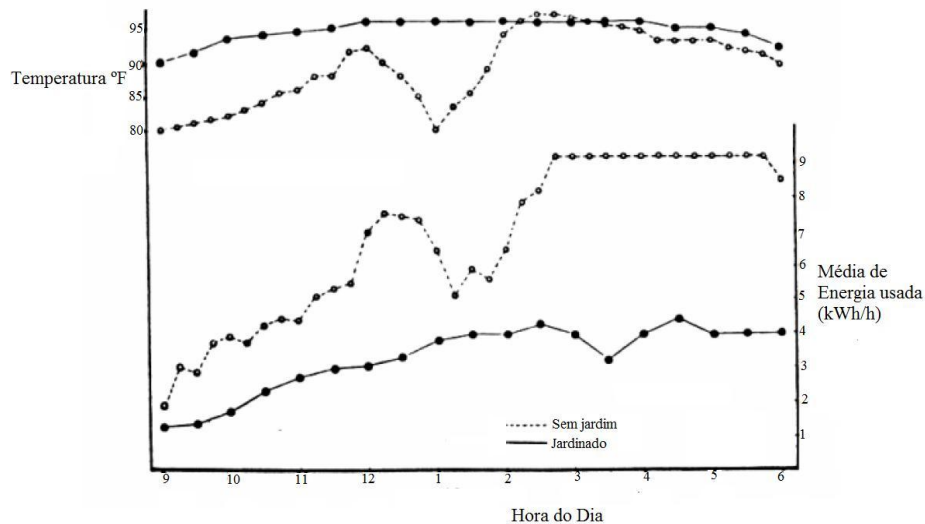


Figura 18 – Comparação das médias de consumo e das temperaturas exteriores de dois dias, um antes do ajardinamento e outro dois anos após o mesmo. Fonte: Torre, 1999.

Se falarmos no efeito da vegetação tendo em conta a escala 1, 10 ou 100 árvores podem não ter significado, mas grande áreas verdes tais como parques, corredores verdes, etc., fazem a sua diferença, tal como demonstra a figura 20. Os locais onde existe equilíbrio entre a área construída e área verde terão um menor efeito de ilha de calor, comparativamente a uma cidade densamente construída (Torre, 1999 e Brown, 2010).

O efeito que a vegetação tem na diminuição da temperatura, apesar de significativo, não depende apenas desta, mas de um conjunto de fatores tais como o calor gerado pela atividade industrial e doméstica bem como pelo tráfico, cujo efeito diminui proporcionalmente com a densidade urbana (Torre, 1999 e Brown, 2010).

A vegetação em espaços exteriores, a uma escala microclimática, constitui uma ferramenta muito valiosa no controlo da temperatura do ar, não tendo no entanto o papel principal. A sua função será principalmente a de ajudar outros sistemas de climatização, não diretamente arrefecendo o ar mas sim mantendo-o fresco.

5.3.2 Controlo através de outros elementos

5.3.2.1 Radiação solar

- Cores claras têm menor capacidade de absorção de radiação solar e são mais refletivas; cores escuras têm maior capacidade de absorção e são menos refletivas (Romero, 1988);

- Os numerosos materiais existentes na superfície terrestre têm diferentes albedos, ou seja, diferente capacidade de refletir a radiação solar. Quanto maior o albedo (em percentagem), maior a refletância da superfície (Romero, 1988) e (Brown, 2010);
- A orientação dos espaços exteriores e edifícios em latitudes entre os 30°N e 90°N, onde se insere Portugal, deve ser na sua maioria sul. Nesta situação, em locais mais quentes, esta orientação serve apenas para as estações mais frias, e nas estações mais quentes a radiação pode ser facilmente interceptada ou refletida (Brown, 2010);
- As fachadas irregulares e coberturas na envolvente não planas, colaboram na diminuição da reflexão da radiação solar. Em climas frios não se pretende perder à noite, o calor acumulado durante o dia, daí que elementos como varandas ou alpendres possam ser introduzidos, originando barreiras contra o rápido arrefecimento. Estes elementos devem permitir penetração do sol no interior no inverno e conter a sua entrada no verão (Romero, 1988);
- A orientação das ruas em climas que apresentam mais problemas com o calor do que com o frio, seguem as seguintes regras: ruas com direção este-oeste devem ser mais largas, pois a inclinação dos raios solares ao longo do ano não terá grande impacto nas fachadas existentes; ruas com direção norte-sul devem ser as mais estreitas, existindo uma relação entre a altura dos edifícios e a largura da rua. Assim, o sol até ao meio dia incidirá num dos lados da rua e durante a tarde no outro lado da rua, o que juntamente com as sombras dos edifícios criará uma proteção do sol ao longo de todo o dia (Frota, 1988);

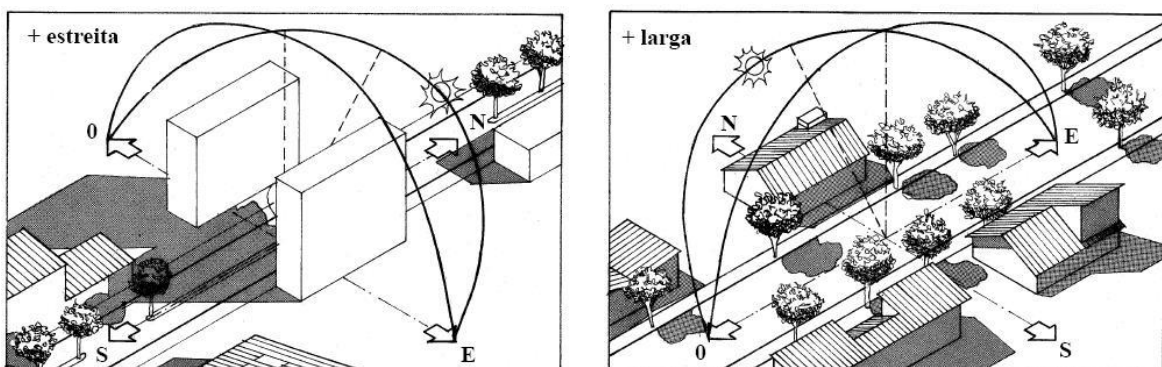


Figura 19 - Orientação das ruas e sombreamento das construções. Fonte: Frota, 2001

- A água deve ser re/introduzida através do desenho, sob a forma de fontes, repuxos, tanques, lagoas, lagos artificiais ou sob a forma natural (Anderson citado por Abreu, 2006);
- A posição do sol varia ao longo do ano, o que determina diferenças importantes ao nível das sombras criadas, dependendo o controlo da insolação, do local onde está a ser projetado. A intensidade depende da posição do sol, podendo ser controlada a quantidade de sol que chega ao local e a forma como este chega (Brown, 2010);
- A quantidade de radiação solar num dia de sol sob um edifício é cerca de 10% da existente em espaço aberto, mas em dias encobertos a percentagem é muito próxima (Brown, 2010);
- Em espaços frios pode ser utilizado um aquecedor exterior, cuja radiação terrestre é captada pelos corpos, aquecendo-os. Isto é mais utilizado em esplanadas exteriores. O contrário também é possível, recorrendo-se a ventoinhas que aumenta a perda de energia através da convecção, ou borrifar com água as superfícies, reduzindo a radiação terrestre emitida por estas, ou mesmo as pessoas (Brown, 2010);
- A poupança de energia também é possível através do controlo da radiação. Os espelhos são um exemplo de como direcionar a radiação solar. Estes trabalham através de motores que os direcionam para o sol, refletindo-o para os locais pretendidos, ou para aparelhos que acumulam a energia e a transformam em eletricidade. Por exemplo, em locais onde o sol dificilmente chega, o que acontece muito no inverno, este dispositivo pode ser eficiente, direcionando os raios solares para o espaço em questão (Brown, 2010);
- O movimento e posição do sol ao longo do ano, a orientação relativamente ao sol e a mudança de cores de materiais, são os três mais poderosos e úteis princípios de modificação do microclima, nomeadamente afetando a temperatura superficial e conseqüentemente o microclima (Brown, 2010).

5.3.2.2 Ventos

- Ruas com direção norte-sul não devem ter traçado extenso nem serem linhas retas, devendo estar prevista a existência de praças e desvios, impedindo a canalização dos ventos (Frota, 1988);
- Colocar vedações é uma das principais opções de controlo do vento, estas devem ser 50% porosas. Vedações muito sólidas têm efeito apenas numa pequena área junto a estas, e originam turbulências a sotavento devido à baixa-pressão criada. A sua orientação deve ser perpendicular ao vento, tornando-as mais eficazes (Brown, 2010);
- A orientação dos espaços tem grande impacto, pois sabendo que os ventos mais frios vêm de norte e oeste e os mais quentes de sul e este, consoante o que se pretender, assim será orientado o espaço (Brown, 2010);
- Os ventos são outro exemplo, tal como a radiação solar, de como através de dispositivos ligados a computadores, estes podem ser desviados para onde são necessários (Brown, 2010);
- Aumentar a velocidade do vento até cerca de 20% é possível, sabendo que a sua velocidade aumenta com altura e diminui com as superfícies rugosas, e que apenas circulará se tiver para onde ir. Isto significa que se existir uma abertura a barlavento de uma casa, o ar só irá fluir se tiver uma abertura por onde sair (Brown, 2010);
- O vento deve ser diminuído no inverno e aumentado na estação quente. O problema é que nem sempre o vento sopra da mesma direção, e haveria a necessidade de criar um corta-vento em toda a envolvente. É aqui que entram os dados climáticos já publicados, onde existe o registo dos ventos predominantes em cada época do ano e região. O vento tende assim a soprar predominantemente de uma direção, por exemplo em Halifax, Nova Escócia, o vento sopra 60% das vezes de oeste, noroeste e norte no inverno e no verão, 60% vem de direções sul, sudoeste e oeste (Brown, 2010).

5.3.2.3 Precipitação

- Ter acesso a uma base de dados sobre a precipitação e a neve pode ser bastante útil para quem projeta. Em termos de precipitação existe a possibilidade de

recolher as águas da chuva, especialmente em locais onde escasseia a precipitação. Os dados recolhidos permitem então proceder a cálculos, bastante simples, em que é calculado o volume de água que pode ser acumulado tipicamente a cada ano. Para isso multiplica-se a quantidade anual normal de chuva pela área de superfície que irá realizar a recolha, como por exemplo o telhado duma casa (Brown, 2010);

- Os dados sobre a neve possibilitam a criação de corta-ventos na paisagem que forcem a neve a acumular no sítio desejado. Deve-se ter então conhecimento da quantidade típica de neve que cai num ano e a direção e intensidade do vento durante e logo após a sua queda. Os corta-ventos têm então o papel de parar o vento e conseqüentemente parte da sua carga terá de cair. Quanto mais forte o vento, mais neve carrega consigo. Se o vento for fraco, haverá deposição de neve ao longo da paisagem, como um lençol (Brown, 2010).

5.3.2.4 Temperatura e humidade

- Telas sombreadoras. Impedem que as restantes superfícies aqueçam, transferindo o seu calor por convecção ao ar (Brown, 2010);
- Proteção contra o vento. Em espaços cuja climatização esteja a ser feita por outros sistemas, a vegetação pode ter o papel de proteger contra o vento, impedindo a mistura do ar (Brown, 2010). A figura 22 mostra como a vegetação pode ter influência na transferência de energia térmica entre o interior e o exterior de uma habitação;

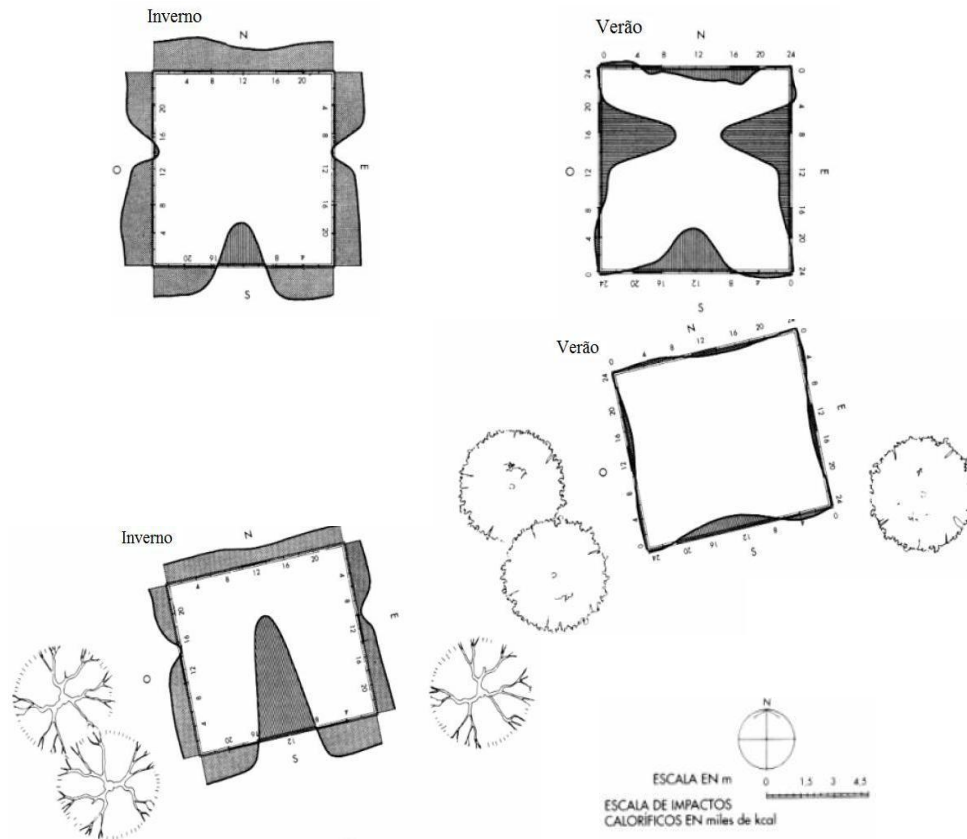


Figura 20 - Comparação das perdas e ganhos térmicos entre duas casas, uma sem vegetação e outra com árvores estrategicamente plantadas, ao longo de um dia de inverno e outro de verão. Fonte: Torre, 1999.

- Colocação de elementos de água tais como fontes, chafarizes, espelhos de água, etc., pois a humificação do ar confere conforto às pessoas na sua proximidade (Frota, 1988).

Segundo Torre, (1999), existem alguns sistemas de arrefecimento mecânicos utilizados para arrefecer o ar:

- Dutos enterrados. Arrefecem o ar através do arrefecimento sensível, em que o ar arrefece sem o uso de humidade, apenas pelo contato com a superfície fria. Este sistema utiliza a diferença de temperatura que existe a certa profundidade, sendo constituído por um conjunto de tubos em PVC, metálicos, de fibrocimento, etc., que são enterrados a certa profundidade e por onde ocorre a circulação de ar a partir de um ventilador. Os ductos podem também estar submersos em lagoas pouco profundas ou em leitos de gravilha irrigada. O papel da vegetação é tornar o sistema mais eficaz através da manutenção de frescura à superfície;

- Irrigação de superfícies. O arrefecimento latente é o método utilizado para arrefecer a temperatura, ou também denominado, arrefecimento evaporativo. Este consiste no uso do calor para evaporação da água que está em contato direto com o mesmo, diminuindo a temperatura do ar e aumentando a humidade absoluta. O sistema baseia-se em pôr água em contato com o ar, através dos vários elementos existentes num espaço urbano, tal como fontes, cascatas, cortinas de água, pulverizadores, etc.

Os sistemas tradicionais de arrefecimento de ar apenas são sustentáveis em pequenos espaços, sendo os custos em energia despendida e o resultado obtido em grandes espaços possivelmente insuportáveis.

(Todos os sistemas mencionados e outros mais, são descritos em detalhe em J. López de Asiain e J. J. Guerra M. et al. da Universidade de Sevilha, a partir de experiências realizadas na Expo'92 de Sevilha (Torre, 1999)).

5.3.3 De acordo com Brown, (2010), os principais efeitos dos elementos da paisagem são:

- Plantas lenhosas caducas: permitem a passagem do sol no inverno e oferecem sombra no verão; têm pouco efeito no vento;
- Plantas lenhosas coníferas: fornece sombra durante todo o ano, o que é um benefício no verão mas uma perda no inverno; conseguem ter um efeito substancial no vento;
- Pérgola: se a sua orientação for sul, permite sombra no verão e a passagem da radiação solar no inverno; fornece uma estrutura para o desenvolvimento de trepadeiras caducas, originando o mesmo efeito que as árvores caducas; é ineficiente se for orientada para este, oeste ou norte;
- Vedação: se a sua orientação for para este ou oeste, consegue proporcionar uma área de sombra em todas as estações, maior no inverno e menor no verão; a sombra não é eficiente se for orientada para norte ou sul; a redução da velocidade do vento será maior se a porosidade for cerca de 50%;
- Superfície: (a) o fato das cores claras refletirem os raios solares pode ter duas consequências: (1) a própria superfície permanecerá fresca, e (2) a radiação solar

refletida estará disponível para que outro objeto da paisagem a absorva; (b) cores escuras irão absorver a radiação solar podendo ter dois efeitos: (1) a superfície irá aquecer e mais tarde irá libertar radiação terrestre e, (2) haverá muito pouca radiação solar disponível para ser absorvida por outros objetos da paisagem;

- Pendente do telhado: se a fachada estiver virada para sul, irá fornecer sombra no verão quando o sol está mais alto e permitirá entrar a radiação solar no inverno quando o sol está mais baixo no céu; é ineficaz na modificação da radiação solar nas fachadas a este, oeste ou norte; e tem pouco efeito no vento;
- Água: Uma superfície de água plana virada a sul consegue refletir radiação solar para um espaço; não tem efeito visível no vento; se o espaço for fechado, onde as misturas de ar são muito pequenas, consegue modificar a temperatura e a humidade do ar; consegue refrescar uma superfície quando borrifada nela, reduzindo assim a quantidade de radiação terrestre emitida;
- Topografia: a encosta virada a sul receberá a maior intensidade de radiação solar; e a encosta a norte receberá a menor intensidade;
- Parede: quando está orientada norte-sul, recebe a maior intensidade de radiação durante a manhã (na face este) e à tarde (na face oeste), em todas as estações, aumentando a sua temperatura e emitindo mais radiação terrestre; quando está orientada este-oeste, recebe a maior intensidade de radiação durante o meio-dia, atingindo o máximo de intensidade no inverno quando o sol está mais baixo, emitindo radiação terrestre; e quando coberta por trepadeiras permanecerá fresca, emitindo menor radiação terrestre.

6

6. PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

As decisões tomadas quer pelo governo central, quer pelas autarquias ou mesmo pelo sector privado, nem sempre são sujeitas à participação pública. O facto de tais decisões estarem relacionadas com o próprio bem-estar das populações, faria desta, uma prática comum em todas as comunidades políticas, facto que nem sempre se verifica. Para algumas sociedades, os direitos de participação existem apenas no papel, para outras, são extremamente importantes. É imprescindível conhecer as preferências dos cidadãos e a forma como estes as expressam, bem como os meios existentes para os ajudar a apreender a informação e a dar a sua opinião (Jacinto, 2001).

A Convenção da Comissão Económica para a Europa das Nações Unidas foi assinada pela Comunidade Europeia a 25 de Junho de 1998, denominando-se “Convenção de Aarhus”. Esta convenção incide no âmbito do acesso à informação, à participação do público e ao acesso à justiça no domínio do ambiente. Garantir que as tomadas de decisão, no que respeita ao ambiente, incluam o direito de participação do público, é um dos objetivos desta convenção, contribuindo assim para a proteção do direito dos indivíduos de viverem num ambiente favorável à sua saúde e bem-estar (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve, Agosto 2012).

A participação pública, de um modo geral, pode ser definida como uma intervenção dos sujeitos e grupos que são positiva ou negativamente afetados por uma intervenção proposta (por exemplo, um plano, um projeto, uma política, um programa), sujeita a um processo de decisão e em cuja consulta pública se inclui.

O procedimento de consulta pública, compreendido na participação pública e regulado nos termos do mesmo diploma legal, tem como objetivo disponibilizar a informação necessária acerca da proposta, bem como as suas questões ambientais. Simultaneamente são recolhidas as opiniões, sugestões e outros contributos do público interessado sobre cada projeto (André, Enserink, Connor e Croal, citados por Partidário, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro e Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve).

6.1 Fases da Consulta Pública

Segundo Silva (1996) e Saraiva (2005), o processo de Participação Pública desenrola-se através de algumas fases.

Numa primeira fase é criada uma relação entre a Administração e a população, naquilo que se poderia chamar de *auscultação* ou audição, e em que a população é ouvida pela Administração. Este é um processo unidirecional que passa pela realização de inquérito ou reuniões com os interessados. É uma fase muito inicial do processo.

A segunda fase envolve a elaboração dos estudos necessários por parte dos técnicos, a aprovação por parte da Administração e a tomada de decisões necessárias ao processo. De seguida é remetido um documento o mais claro possível, onde a informação foi cuidadosamente preparada de modo a que as pessoas possam entender. Nesta fase o principal objetivo é transmitir as decisões que foram tomadas, num processo unidirecional mas que agora vai da Administração para a população, podendo denominar-se de *informação*.

A terceira e última fase é um movimento bidirecional e em tempo real, ao qual se dá o nome de participação. Neste processo, não só se trocam opiniões no mesmo momento, como é possível influenciar decisões de qualquer dos intervenientes ao mesmo tempo.

6.2 Objetivos da Participação Pública

Durante o processo de Participação Pública vários são os objetivos que se esperam cumprir (André, Enserink, Connor e Croal, citados por Partidário, Magalhães, 1996 e Saraiva, 2005):

- Estabelecer contacto com os indivíduos afetados e interessados, convidando-os a participar no processo de decisão, promovendo deste modo a colaboração, equidade e justiça;
- Informar e educar as partes interessadas (incluindo o proponente, o público, o(s) decisor(es) e o regulador acerca da intervenção planeada e suas consequências;
- Reunir informação junto do público-alvo acerca do seu ambiente humano (em termos culturais, sociais, económicos e políticos), ambiente biofísico, e ainda as

- relações com o seu ambiente (abarcando as relações relacionadas com os conhecimentos tradicionais e locais);
- Conseguir reações do público acerca da intervenção planeada, no que diz respeito à sua calendarização, escala, e ainda formas de acrescer os seus impactos positivos, diminuir os negativos e compensar os impactos que não possam ser mitigados;
 - Contribuir para melhorar a análise de propostas, de modo a aumentar a criatividade, a tornar as intervenções mais sustentáveis e, por conseguinte, obter um maior apoio e aceitação por parte do público, em relação ao que aconteceria em circunstâncias diferentes;
 - Contribuir para uma aprendizagem mútua entre as partes interessadas.

6.3 Potencialidades e dificuldades da Participação Pública

Para além de ter objetivos bem definidos, a Participação Pública apresenta também certas potencialidades descritas em seguida por Jesus (1996):

- Interagir com a população permite adquirir um conhecimento local mais aprofundado, o que irá complementar a experiência técnica das equipas ligadas ao plano ou projeto. Assim, mais facilmente é possível prever as consequências das ações ou planos previstos;
- Conhecer as opiniões locais ao projeto, designadamente as contradições em termos de interesses reveladas por diferentes grupos em relação ao projeto. O facto de existirem grupos com interesses muito distintos, dificulta a representação do interesse público por parte da administração pública, daí que, a participação permita tentar identificar e resolver estes interesses contraditórios;
- Reduzir a resistência à mudança. Normalmente a população tende a resistir à mudança e inovação, o que poderá ser minimizado com este processo de participação. Poder conciliar os objetivos do plano ou projeto com os objetivos de desenvolvimento socioeconómico é um contributo deste processo.

As dificuldades, não poderiam deixar de existir, quer para a Administração, quer para o público em geral. Seguem-se algumas das principais dificuldades encontradas por Jesus (1996):

- Dificuldade da Administração em alterar decisões. Quando um projeto é apresentado e submetido a estudos de impacto ambiental, o que se pretende por parte da entidade promotora é que o projeto apresentado não se altere minimamente. Muitas vezes o que se pretende não são pessoas a darem opiniões, mas sim legitimar o projeto apresentado, e no fim declarar que foi sujeito a consulta pública conforme atestam os relatórios.
- Do lado da Administração também surgem dificuldades, neste caso os custos que acarreta o processo de participação pública. Este é um processo com elevados custos, quer a nível financeiro, quer humano, com o envolvimento de técnicos especializados;
- Outra dificuldade sentida do lado da Administração tem que ver com a transparência e abertura dada aos processos de tomada de decisão. Ficando mais vulnerável às críticas, fica igualmente mais exposta às contradições internas que possam existir;
- Em termos de dificuldades por parte do público relativamente ao processo, temos a motivação e disponibilidade em participar. As pessoas não participam ativamente, alheando-se, o que poderá ter origem nas raízes históricas e sociológicas. A motivação apenas surge quando durante o processo, os seus interesses particulares são atingidos;
- Outra dificuldade é a representatividade. Normalmente destacam-se grupos que são mais ativos e se fazem ouvir mais que os restantes, estando muitas vezes do lado oposto dos interesses da comunidade. A Administração tem que ter a capacidade de interpretar a situação, e perceber o significado e a representatividade de cada intervenção, pois poderá correr o risco de privilegiar opiniões de sectores que não são de facto os representativos do público em geral.
- Por último, ainda em relação à participação do público, muitas vezes as discussões não são focadas no que realmente interessa às pessoas, tornando-se discussões estereis e sem pormenor, levando ao desinteresse das pessoas na participação.

6.4 Incentivar a autonomia beneficiando a Participação Pública

Ainda antes de terminar o capítulo sobre a Participação Pública, é imprescindível falar sobre um dos principais motores deste processo ao nível da população, a autonomia. As pessoas necessitam de desenvolver a sua autonomia, para que deste modo a sua participação na tomada de decisões seja um contributo para o bem-estar da comunidade. São os grupos marginalizados, tais como mulheres, analfabetos, incapacitados ou pobres, os primeiros a necessitar que a sua autoestima seja estimulada, capacitando-os com ferramentas que lhes permitem participar em processos de tomadas de decisão. Dar voz às pessoas que mais precisam, envolvendo-as na vida cívica de cada comunidade, permite uma inclusão de diversificadas perspetivas que tornam mais forte a sociedade. São estas perspetivas que originam diversas soluções e respostas aos desafios das mudanças, direcionando para resultados de bem comum (Newman, 2008).

De acordo com J. Moore, citado por Newman (2008), o indivíduo tem um papel poderoso na criação de comunidades saudáveis, pois a sua capacidade de ser autónomo e de tomar as suas próprias decisões bem como reconhecer as suas responsabilidades, gera as mudanças que deseja.

Para comunidades sem poder, este processo necessita geralmente de ser iniciado por forças exteriores cuja visão da comunidade seja igualitária, facilitando a organização destes indivíduos bem como a sua tomada de decisões. Segundo Paulin, citado por Newman (2008), uma pessoa que acredite nas suas capacidades para alcançar os resultados desejados vê a sua autoestima aumentar, tem uma maior perceção das forças que dão forma às suas vidas, reduz a probabilidade de pobreza, liberta as pessoas da dependência física e mental e abre novos espaços para a participação e o diálogo coletivo.

Mas afinal qual o significado de autonomia? Lopes e Rakodi citados por Newman (2008) expõem o que consideram ser os 9 indicadores de autonomia:

- Níveis de autoconfiança dos membros da comunidade;
- Capacidade da comunidade de se organizar;

- Capacidade da comunidade de perceber e refletir na realidade do ambiente em que estão a viver;
- Capacidade da comunidade de definir metas;
- Capacidade da comunidade de desenvolver planos;
- Capacidade da comunidade de implementar planos;
- Capacidade da comunidade de criar redes;
- Capacidade da comunidade de comunicar eficientemente;
- Capacidade da comunidade de avaliar os resultados das suas atividades.

A educação surge como um ponto crucial na autonomia das pessoas, sendo as mulheres e os pobres os mais afetados pela falta de alfabetização. Torna-se vital a alfabetização social e ecológica, para que haja uma participação informada. Este tipo de processo pode ser demorado, pois os grupos marginalizados necessitam de voltar a estabelecer relações de confiança e respeito mútuo que lhes devolva a confiança e autonomia necessárias à sua participação na vida da comunidade.

6.5 O que fazer, para além dos instrumentos legislativos, para aumentar a participação pública

É necessário tornar as audiências públicas uma rotina, pois já foi comprovada a sua utilidade e credibilidade. Outra medida será ao nível da divulgação do processo de consulta pública, cujas formas empregadas são diminutas para atingir um público alargado, devendo a propaganda ser mais vasta, agressiva e variada. Isto comporta mais gastos, devendo estes servir para tornar mais apelativos os documentos como o resumo não técnico e até o próprio funcionamento da audiência pública. Por último, e não menos importante, é o papel essencial que as autarquias e outras associações têm, não só devido às suas opiniões, mas também como incentivadores de uma participação mais alargada, devido à sua proximidade com os problemas e os cidadãos (Magalhães, 1996).

7

7. CASO DE ESTUDO: ESPAÇO EXTERIOR NO CAMPUS DE GAMBELAS

7.1 Caracterização da área em estudo

7.1.1 Características gerais

A área em estudo encontra-se situada no concelho de Faro, capital de distrito da região do Algarve e sede de município, visível na figura 23. O concelho de Faro situa-se no centro do litoral Algarvio, limitado a leste pelo município de Olhão, a oeste pelo de Loulé, a norte e oeste por São Brás de Alportel e a sul pelo Oceano Atlântico. Faro ocupa uma área total de 201,59 Km², onde residem cerca de 63 967 habitantes, divididos por 6 freguesias: Santa Bárbara de Nexe (38,91 km²), Estoi (46,58 km²), Conceição de Faro (21,80 km²), São Pedro (10,98 km²), Montenegro (23,73 km²) e Sé (62,58 km²) (Instituto Nacional de Estatística) e (Câmara Municipal de Faro).



Figura 21 – Mapa do Concelho de Faro.

Fonte: <http://www.mapadeportugal.net/MapaConcelho/0805.gif>

O espaço alvo do estudo localiza-se nas Gambelas, no interior do campus da Universidade do Algarve, com as coordenadas geográficas: Latitude 37°02'32.68''N, Longitude 7°58'06.12''O. A área ocupada é de 5851,76 m² (perímetro de 366,83 metros) e situa-se numa altitude média de 24 metros acima do nível do mar. Considerado um espaço público exterior desta instituição, apresenta na sua envoltória

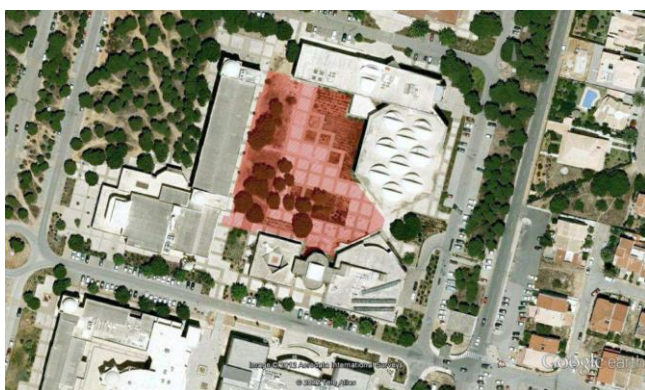
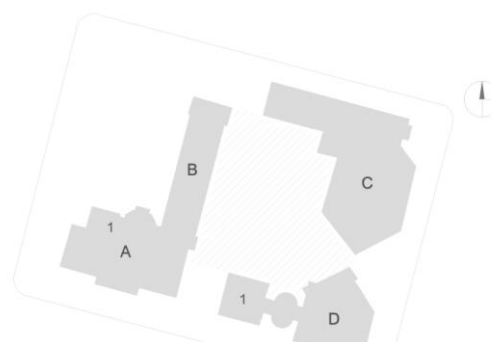


Figura 22 – Mapa de localização da área em estudo.



- A - Edifício do Complexo Pedagógico (Auditório)
- B - Edifício do Complexo Pedagógico (Corpo de Aulas)
- C - Edifício da Biblioteca Central / Reitoria
- D - Edifício da Cantina
- 1 - Bar
- 2 - Repografia

edifícios com variadas funcionalidades, como é possível ver na figura 24.

7.1.2 Caracterização climática e vegetação

Para que haja uma intervenção na paisagem, o conhecimento aprofundado do clima é indispensável. Este é responsável pela formação e modelação de diferentes tipos de paisagem. No estudo prévio executado, o clima surge como um elemento condicionador das opções de desenho, embora estas também o influenciem. O conforto bioclimático é determinado por vários fatores intimamente interligados, assim, os elementos estudados são: a temperatura, a precipitação, a humidade, a radiação solar (insolação) e o vento.

Os dados climáticos aqui apresentados referentes à temperatura e precipitação, são baseados nas normais climáticas fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, referentes à estação de Faro (aeroporto) cuja localização é: latitude 37° 01'N, longitude 7° 59'W, e altitude de 8m. Os valores referem-se ao período de 1981-2010. Esta opção foi tomada devido à proximidade geográfica com o espaço a intervir. Os dados climáticos referentes ao nevoeiro, insolação e humidade são fornecidos pelo DGA – Atlas digital do ambiente, cuja informação também deriva da estação meteorológica de Faro (aeroporto).

O Algarve, no qual se insere a área em estudo, exhibe um clima original marítimo que, protegido das influências setentrionais, lhe confere uma vegetação tipicamente mediterrânea. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiser, o clima mediterrâneo do tipo Csa caracteriza-se por verões secos e quentes e invernos amenos e de fraca precipitação (Instituto de Meteorologia).

No que respeita à temperatura, esta encontra-se representada na figura 25, sendo de destacar que a média anual é de 17,9°C, com valores médios anuais máximos de 22,2°C e mínimos de 13,6°C. No mês de julho registou-se o valor máximo absoluto de 44,3°C, sendo este o mês mais quente do ano com uma média de 24,2°C, logo seguido por agosto com média de 24,1°C. Em janeiro, no mês mais frio, o valor mínimo absoluto foi de -1,2°C, sendo a média mensal de 12°C.

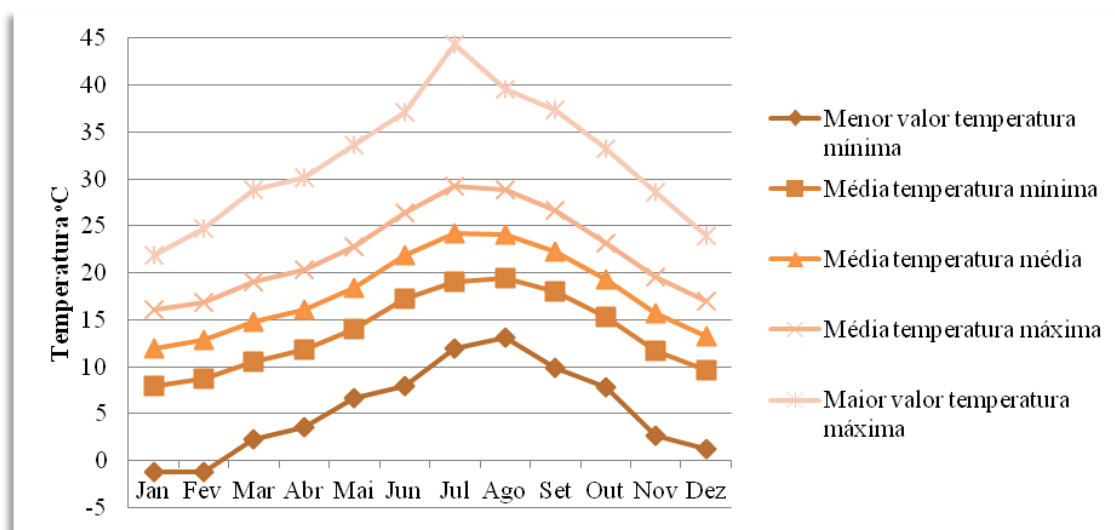


Figura 23 - Gráfico da Temperatura do ar (°C), normais climáticas. Faro, 1981-2010.

Fonte: Instituto de meteorologia.

Devido à natureza do estudo realizado, surge a necessidade de fazer a divisão dos dados climáticos em relação às diferentes estações do ano. Assim, a estação de inverno é constituída pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro pois apresentam-se como os meses mais frios, e a estação de verão pelos meses de junho, julho e agosto. Os restantes meses correspondem ao período de transição entre a estação seca e a estação chuvosa e vice-versa.

A estação mais fria, o inverno, surge com uma temperatura média de 12,7°C, sendo o verão, com 23,4°C a estação com os valores mais elevados. Na primavera a média ronda os 16,4°C e no outono os 19,1°C. Esta diferença de valores nas estações transitórias deve-se ao fato da estação seguir os valores da estação anterior, daí serem mais baixos na primavera pois seguem os valores de inverno, e o contrário sucede com o outono pois segue os valores do verão. Há também que referir, tal como para as médias anuais, as médias máximas e mínimas de cada estação. Em relação às máximas, o inverno apresenta a média mais baixa com 16,7°C, seguido da primavera com 20,8°C, o outono com 23,2°C e por último o verão com a média mais alta de 28,2°C. A média da temperatura mínima mais baixa pertence ao inverno com 8,8°C, a primavera com 12,1°C e o outono com 15°C, e por último o verão com a mínima mais alta, 18,6°C.

Os valores anuais de precipitação são de aproximadamente 508,8 mm. A análise do regime pluviométrico permite classificar o clima algarvio como moderadamente

chuvoso, sendo que a área em estudo se encontra entre o clima semi-árido (registos entre 250 mm/ano e 500 mm/ano) e o clima moderadamente chuvoso (registos entre 500 mm/ano e 1000 mm/ano).

A figura 26 representa os valores médios de precipitação para cada mês, tendo-se então calculado os valores médios para cada estação do ano. Os valores registados, para a estação mais fria são os mais elevados, 225,4 mm/ano, seguindo-se o outono com 173,7 mm/ano. A primavera apresenta um total de 99,7 mm/ano e o verão apenas 10 mm/ano.

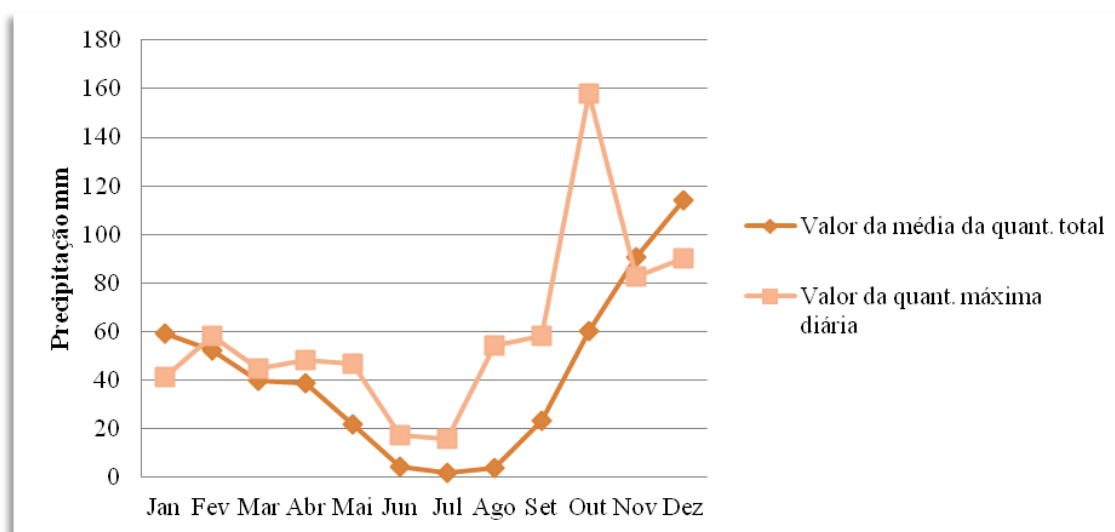


Figura 24 - Gráfico da precipitação (mm), normais climatológicas. Faro, 1981-2010. Fonte: Instituto de meteorologia.

De acordo com o DGA – Atlas Digital do Ambiente, no período compreendido entre 1931 e 1960, o número de dias com chuva para a área em estudo encontra-se entre 1-50 dias/ano, o valor mais baixo verificado no Algarve.

Dias com nevoeiro são raros, apenas cerca de 5,7 dias por ano.

Em termos de insolação foram registados os maiores níveis do país, verificando-se um valor na ordem das 3 042 horas anuais no período entre 1958/59 – 1988, o que se traduz numa média mensal de 254 horas.

A humidade é o único elemento que relembra a presença do oceano Atlântico, ao invés das características tipicamente mediterrâneas já referidas, uma vez que se verificam valores elevados durante todo o ano, compreendidos entre os 70% e 80%, valores provenientes do período entre 1958/59 – 1988.

O vento apresenta grande importância ao nível do conforto bioclimático, daí que lhe seja dada maior atenção, em relação a alguns elementos anteriores. De acordo com os valores médios anuais, para o período de 1958/59 – 1988, os ventos predominantes na área em estudo são de sudoeste, com intensidades fracas. Assim, a velocidade média não ultrapassou os 14,6 Km/h (Faria, 1981) e (DGA-atlas digital do ambiente).

Mais recentemente, dados baseados em observações realizadas entre Novembro de 2000 e Abril de 2012, diariamente das 7 às 19 horas, exibem algumas alterações relativamente aos dados anteriores. Assim, os ventos predominantes na área são oriundos de oés-sudoeste ou, mais concretamente, situam-se entre o oeste e o sudoeste, como é possível verificar na figura 27. Em termos de velocidade média, esta encontra-se nos 16,2 Km/h. Estes valores, apresentados no site Windfinder, são provenientes da estação meteorológica de Faro (aeroporto).

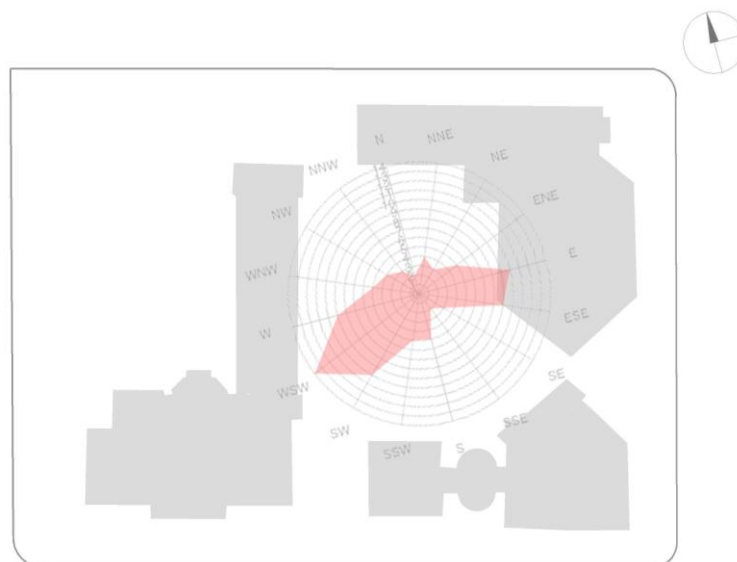


Figura 25 - Média dos ventos predominantes na área em estudo. Fonte: http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_faro.htm.

Assentando a base do trabalho nas diferenças que ocorrem ao longo das estações do ano, seria imprescindível apresentar a variação do vento, apresentada na figura 28, ao longo de todos os meses do ano, permitindo perceber como este funcionará em cada estação e como poderemos modificá-lo.



Figura 26 – Distribuição dos ventos predominantes entre o período de Novembro de 2000 e Abril 2012. Fonte: http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_faro.htm.

É também importante fazer referência ao regime de brisas do litoral algarvio, cujos ventos são muito fracos do quadrante norte durante a noite, e fracos de sueste ou sul durante o fim da manhã, rodando ao longo da tarde para sudoeste, com aumento da intensidade, soprando de oeste ao fim da tarde com intensidade moderada. Ao início da manhã e da noite surgem períodos de calma (Faria, 1981) e (DGA-atlas digital do ambiente).

No que respeita à vegetação, esta é relativamente escassa na área de estudo. Em termos de vegetação arbórea, esta é constituída por pinheiros mansos (*Pinus pinea L.*), resultantes do antigo pinhal existente, e cujo número de exemplares não sofreu aumento algum, sendo relativamente escassos e localizados apenas numa pequena área do espaço, como é possível ver na figura 29. Em relação às zonas de solo descoberto, este encontra-se num estado de degradação elevado, em que os solos se encontram compactados dificultando o crescimento do coberto vegetal. A vegetação arbustiva e herbácea existente nestes solos compactados é insuficiente, e tem bastante dificuldade em desenvolver-se.

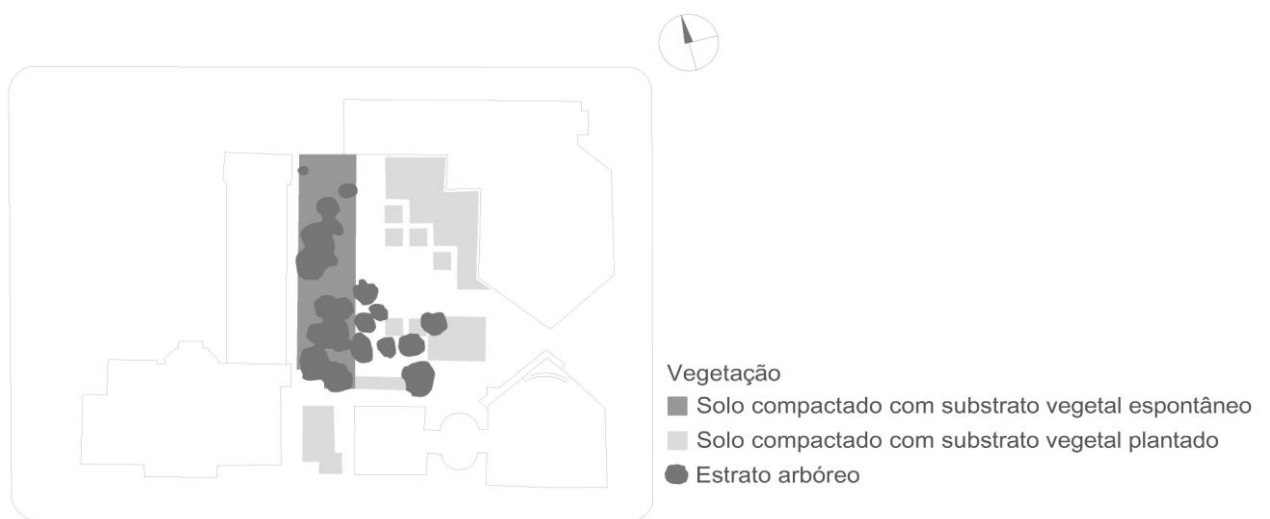


Figura 27 – Mapa da vegetação existente.

7.1.3 Análise bioclimática

Os valores médios do período 1960-1990 do atlas digital do ambiente, apresentados na figura 30, permitem analisar os vários níveis de conforto bioclimático existentes no espaço, cuja localização se encontra assinalada. O mês de janeiro apresenta-se como sendo fresco, o mês de abril confortável (fresco), quente e muito quente o mês de julho e confortável (quente) o mês de Outubro (ICNB, 2007).

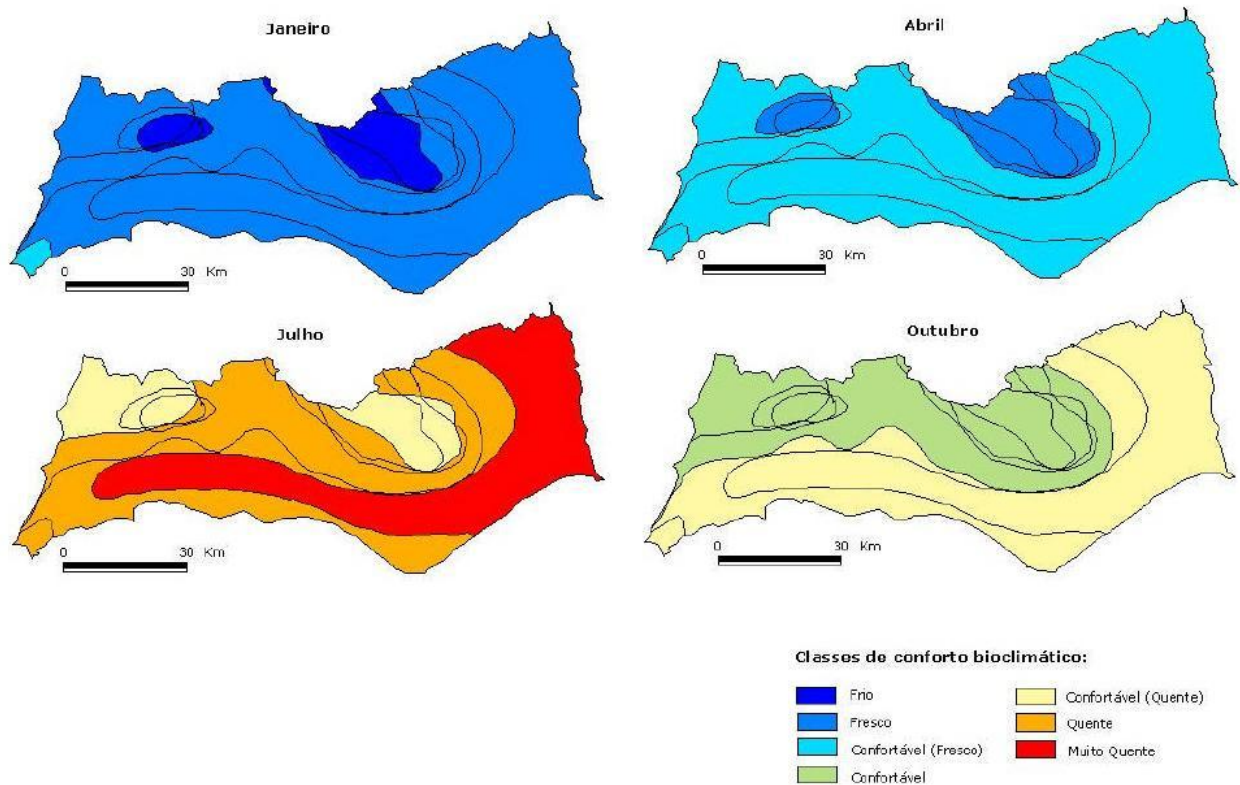


Figura 28 – Mapa do índice de conforto bioclimático. Fonte: Atlas digital do ambiente-DGA

Na análise deste espaço recorreu-se também à carta de conforto bioclimático de Olgyay, cujo objetivo é equacionar o conforto humano em função das condições climatéricas. Segundo esta carta, é possível conferir que “... o Sol é bem-vindo quando a temperatura é inferior a 21°C; que, mesmo à sombra, os ventos são necessários quando as temperaturas começam a subir acima dos 30°C; que as altas temperaturas são mais difíceis de suportar quando a humidade é elevada; etc.” (Saraiva, 2005:414).

De acordo com as características biofísicas estudadas anteriormente, pode-se concluir de uma forma bastante simplista, que os fatores que contribuem para o (des)conforto bioclimático na área de intervenção são:

- Elevada exposição à radiação solar;
- Vegetação arbórea e arbustiva insuficiente;
- Exposição a ventos do quadrante Oeste-Este;

Em média, as temperaturas da estação quente ultrapassam em muito os 21°C descritos por Olgyay, chegando a atingir picos na ordem dos 40°C. Se juntamente a este fator se associar a ausência de uma cobertura vegetal apropriada, a exposição solar direta torna-se perceptível, o que leva a elevados níveis de insolação.

No que respeita à exposição de ventos indesejáveis dos quadrantes Oeste-Este, verifica-se que no período quente estes são bem-vindos, pois fazem circular o ar e trazem consigo alguma humidade proveniente de oeste. Pelo contrário, na estação fria, os ventos tornam-se desconfortáveis, pois são frios e húmidos. Apesar dos valores médios anuais de velocidade do vento não serem muito expressivos, quando surgem, contribuem de forma determinante para a existência de desconforto bioclimático. Os edifícios circundantes têm a sua influência no espaço, trabalhando como quebra-vento para o interior do espaço. A existência de um edifício com alguma altura (cerca de 3-4 andares) que impediria os ventos predominantes de oeste de chegar ao espaço, perde a sua funcionalidade ao ser constituído ao nível do solo por uma abertura que atravessa todo o edifício e em cuja circulação de ventos se torna bastante desagradável e turbulenta, tendo impacto no espaço em estudo.

7.1.4 Fluxos e usos

A utilização que o espaço tem atualmente, bem como os fluxos de pessoas que o utilizam é uma informação importante quando se pretende modificar um espaço, permitindo estabelecer metas no projeto.

O trabalho foi realizado por um grupo do mestrado de arquitetura paisagista da universidade do Algarve. A metodologia utilizada por este grupo de trabalho consistiu numa contagem de indivíduos que passavam no local ou que permaneciam no mesmo. A duração da contagem foi de 30 minutos em três dias diferentes e durante os períodos da manhã (9h30 – 11h00), do almoço (13h00 – 14h30) e da tarde (16h30 – 18h00). Os resultados referentes aos níveis de circulação e núcleos de concentração encontram-se esquematizados na figura 31 (Duarte,E. [et al.], 2010/2011).

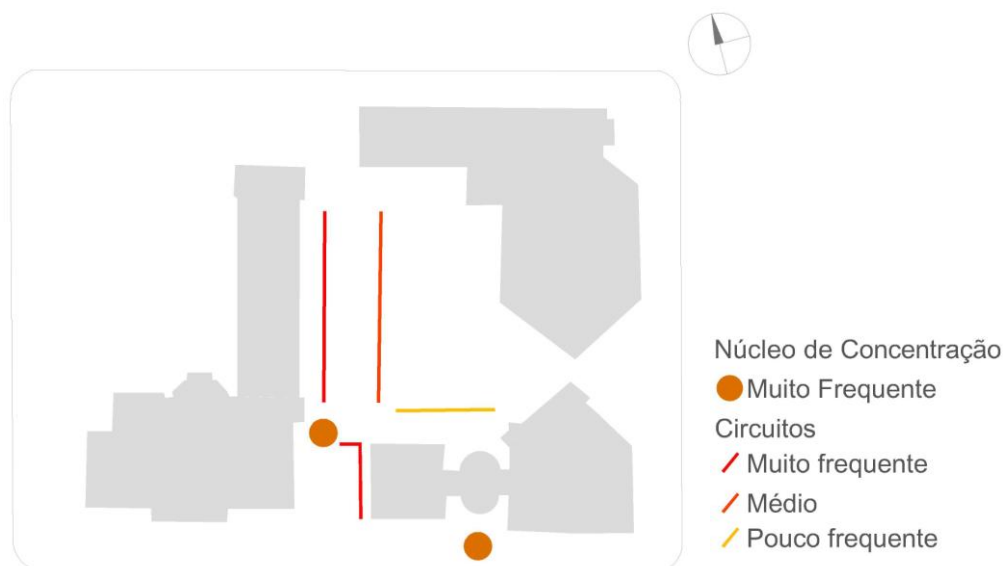


Figura 29 – Mapa dos fluxos e usos do espaço. Fonte: Duarte, E., Vale, I., Luísa, T., e Valková, V. (2010/2011).

É visível que a circulação é realizada principalmente na área oeste do espaço, localizando-se no mesmo local o único ponto de concentração de pessoas existente na área e estudo.

No que se refere à contagem de indivíduos no espaço, contabilizaram-se 270 pessoas que passam e 38 que permanecem no local (em pé ou sentadas), durante o período da manhã. No período do almoço verificaram-se os maiores números registados, tendo passado 535 pessoas e permanecido 76. O último período, o da tarde, registou 405 pessoas a passarem e 40 a permanecerem no local (Duarte, E. [et al.], 2010/2011).

Estes números permitem concluir que a área em estudo tem como principal função a ligação entre os vários edifícios envolventes, não correspondendo à sua função inicial que seria um espaço de estadia/lazer no centro da universidade. É necessário desenhar um espaço que faça as pessoas parar e utilizar o espaço, não apenas como passagem.

7.1.5 Estudo das sombras

Durante a realização da monitorização ambiental, considerou-se ser possível desenhar esquematicamente a localização das sombras existentes no espaço, causadas quer pelos edifícios quer pelas árvores existentes. Os desenhos foram feitos sob a imagem impressa

de um orto, tendo por base o desenho do pavimento e a localização dos diversos elementos vegetais.

Foi recolhida informação, que é possível visualizar nos mapas 1, 2, e 3, referente aos três períodos do dia estudados de cada estação. Esta análise permitiu perceber como se organiza, em termos de sombreamento, a área em estudo, sendo uma ferramenta muito importante para o desenho microclimático do espaço.

Sombreamento

■ 9 horas

■ 13 horas

■ 17 horas



Figura 30 – Mapas da deslocação da sombra ao longo dos três períodos do dia estudados, na estação de inverno.

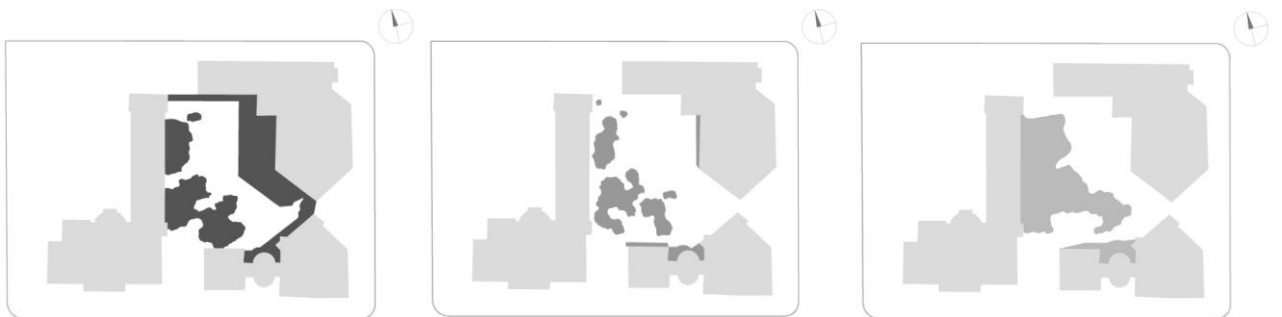


Figura 31 – Mapas da deslocação da sombra ao longo dos três períodos do dia estudados, na estação da primavera.

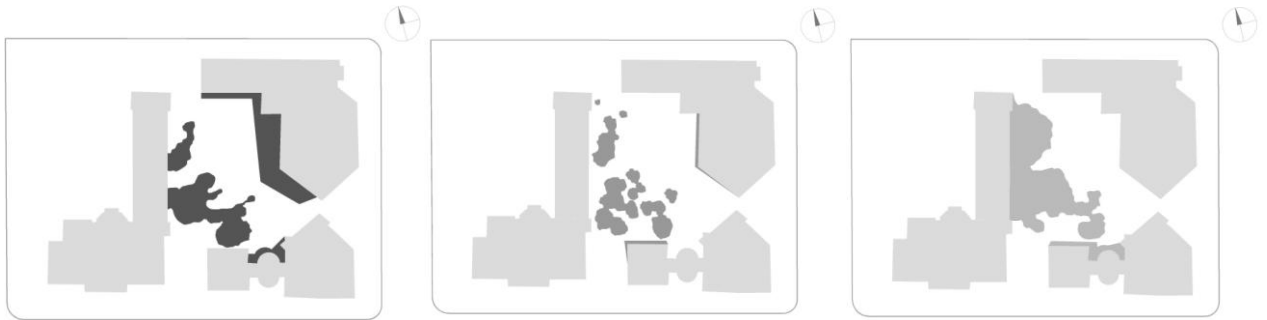


Figura 32 – Mapas da deslocação da sombra ao longo dos três períodos do dia estudados, na estação do verão.

7.2 Metodologia aplicada

Este capítulo trata da descrição e análise dos dados obtidos através dos trabalhos de campo realizados pela pesquisadora, sendo os levantamentos de campo utilizados como meio para examinar as condições de conforto ao ar livre. A investigação culmina com a realização de um Estudo Prévio onde são aplicados os conhecimentos adquiridos quer teoricamente, através do estado da arte, quer na prática, com os resultados obtidos com os trabalhos de campo.

De modo a cumprir os objetivos da pesquisa foram realizadas 3 etapas metodológicas: na primeira fase foi identificada a variável a ser analisada na pesquisa bem como os fatores que influenciam a variável; na segunda foram realizados os monitoramentos ambientais e humanos; por último, na terceira fase foram efetuadas as análises estatísticas aos dados recolhidos.

Numa primeira fase, a variável identificada para esta pesquisa baseou-se apenas na temperatura do ar devido à inexistência de equipamentos de medição para variáveis como a humidade, ou vento. Os principais fatores identificados que influenciam a temperatura do ar e que estão relacionados com o objeto de estudo são:

- Fator 1 - Ponto: os pontos de medição são os locais escolhidos seguindo a metodologia adotada. Como se pretendia estudar o conforto térmico do espaço através da monitorização da temperatura do ar, optou-se por 4 pontos cuja diferença se baseia na influência que as características de cada um têm na temperatura do ar.

- Fator 2 – Dia: os dias do ano em que foram realizadas as medições correspondem a dias típicos para a região estudada. As medições foram realizadas em três épocas do ano diferentes, no inverno, na primavera e no verão, ao longo de uma semana em cada estação.
- Fator 3 – Hora do dia: as horas definidas para a execução das medições foram definidas de acordo com o dia típico para a região estudada. As temperaturas foram recolhidas três vezes ao longo dia, as 9h, 13h e 17h, de modo a cobrir todo o dia, excetuando-se o horário noturno pois não apresentava relevância para este espaço, uma vez que não é utilizado nesse horário.
- Fator 4 – Características do local: os locais escolhidos apresentam características muito diferentes, o primeiro ponto localiza-se numa fachada virada a sul, o segundo sob a copa de uma árvore, o terceiro sob um arbusto e o quarto e último junto a uma fachada virada a norte. Em ambas as fachadas, o solo é pavimentado. A distribuição dos pontos pelo espaço encontra-se na figura 35.

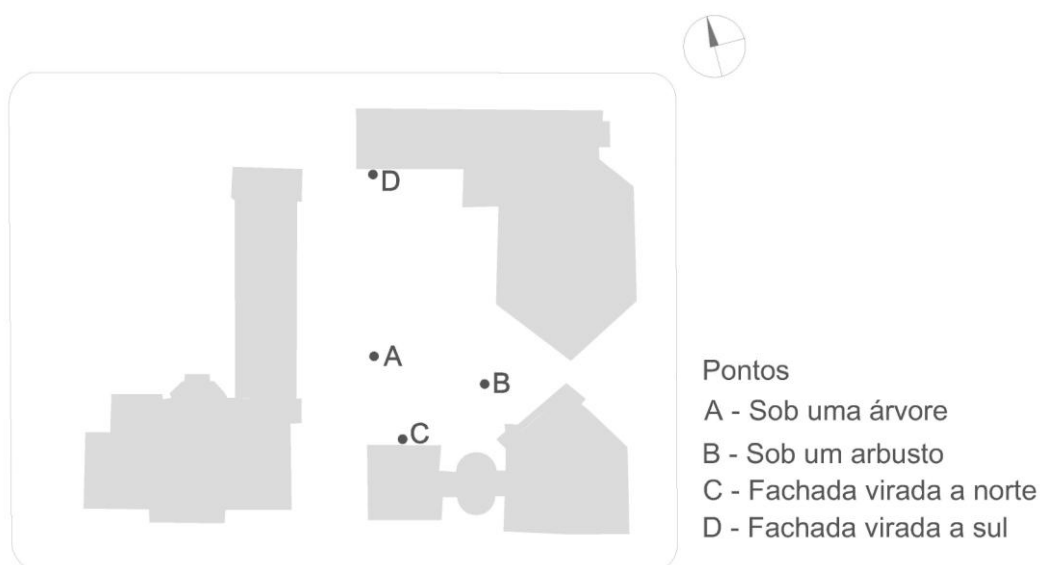


Figura 33 – Mapa de localização dos pontos de medição.

Numa segunda fase, foi realizado o monitoramento ambiental e humano. O monitoramento ambiental encontra-se explicado na primeira fase, nos fatores que influenciam a temperatura, não fazendo sentido repetir o procedimento.

Em termos de monitoramento humano, este seguiu a base de outros estudos realizados anteriormente, numa tentativa de compreender e avaliar o conforto térmico por parte de quem utiliza o espaço. Os questionários aplicados pretendem identificar o perfil dos usuários, o motivo de uso do espaço, a sensação e satisfação térmica bem como possíveis mudanças a aplicar no espaço. Os inquéritos realizaram-se em três fases que corresponderam ao inverno, primavera e verão, permitindo identificar no local alguns dos principais problemas e potencialidades da zona em estudo. Em cada época efetuaram-se 11 questionários, sendo um total de 33. O número reduzido de inquéritos deve-se à pouca ênfase que lhes é dada neste estudo, não se descurando no entanto o trabalho inerente a este processo.

A estruturação e análise dos dados foi efetuada na terceira e última fase. Em relação à informação adquirida nos inquéritos, foram calculadas as percentagens para cada resposta, bem como analisados e correlacionados os resultados. Os dados obtidos no monitoramento da temperatura do ar sofreram uma primeira análise exploratória de modo a verificar se não existiam valores considerados fora do contexto. Após isso foi realizada uma análise com o intuito de comparar, conjuntamente, os valores de temperatura registados em cada um dos 4 pontos.

7.3 Monitorização ambiental e análise de dados

Após a recolha dos dados referentes à temperatura do ar nos distintos pontos de monitorização, procedeu-se à sua organização e análise estatística. As tabelas encontram-se no anexo 2.

Os diferentes pontos são legendados pelas letras:

- a) Ponto sob copa de árvore;
- b) Ponto sob arbusto;
- c) Fachada virada a norte;
- d) Fachada virada a sul.

7.3.1 Análise da monitorização de inverno

Os dados apresentados nas tabelas são usados para analisar as variações da temperatura do ar, de 14 a 20 de Março de 2011, num período de 8 horas, com medições realizadas sob vegetação e na ausência desta.

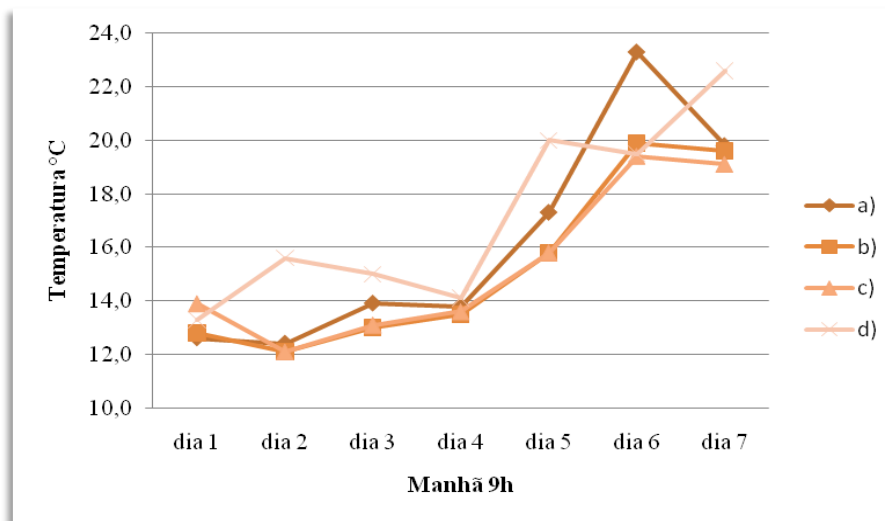


Figura 34 – Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 9 horas da manhã dos dias de medição no inverno.

Analisando os menores valores a serem registados, verificou-se que o período das 9 horas, representado na figura 36, foi o que apresentou as menores temperaturas nas medições sob vegetação, sendo o mínimo registado de 12,1°C. Este valor faz parte das poucas exceções em que a temperatura mínima foi registada às 17 horas.

Para medições em pontos sem vegetação, o intervalo de tempo também se repetiu, sendo a média da temperatura mínima às 9 horas, em que o valor mínimo apresentado também de 12,1°C. Este valor, tal como anteriormente, faz parte das poucas exceções em que a temperatura mínima foi registada às 17 horas.

As temperaturas registadas às 9 horas da manhã e as 17 horas da tarde são bastante aproximadas, daí que seja normal o valor mais baixo do dia surgir no período das 17 horas, não deixando a média das temperaturas mais baixas de pertencer ao período das 9 horas.

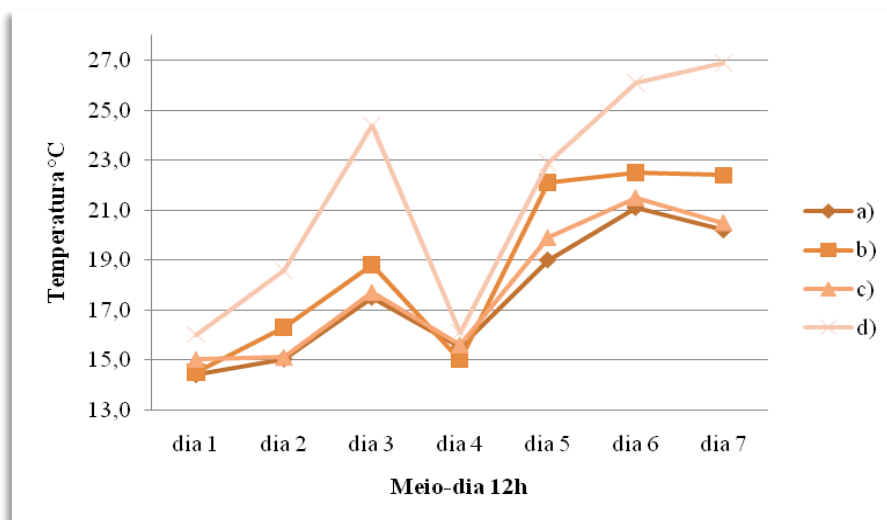


Figura 35 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas dos dias de medição no inverno.

Para as medições realizadas sob vegetação, à sombra, verificou-se que o período das 12h, apresenta na figura 37, apresentou em geral as maiores temperaturas, exceptuando-se alguns valores no período das 17h. O maior valor apresentado foi de 22,5°C.

Em pontos sem vegetação, voltou-se a repetir o mesmo, a temperatura apresentou-se elevada às 12h, tendo o seu máximo atingido os 26,9°C.

As temperaturas mais baixas no primeiro dia e no quarto dia poder-se-ao ter devido ao céu encoberto bem como a alguma chuva que se fez sentir, contrariamente aos restantes dias de sol.

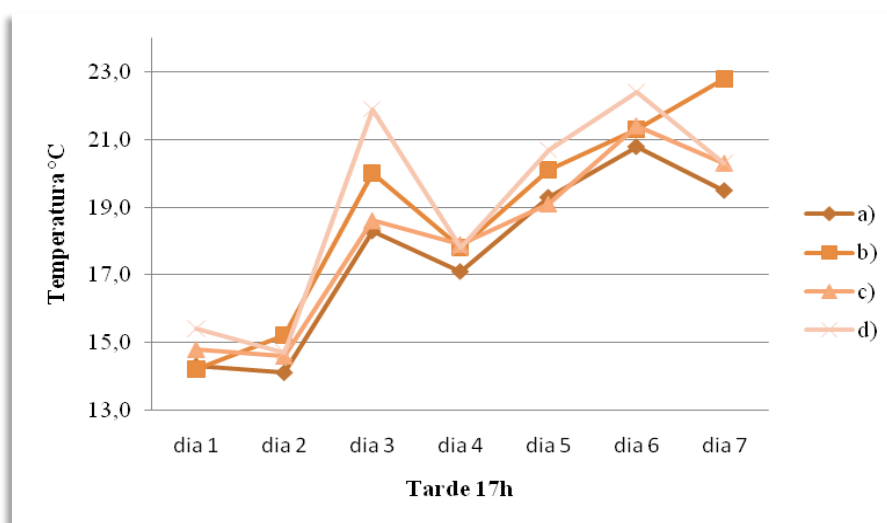


Figura 36 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 17 horas dos dias de medição no inverno.

O período das 17 horas, visível na figura 38, surge com o número de temperaturas médias maior, apresentando também algumas máximas.

7.3.1.1 Média de inverno

O gráfico da figura 39 apresenta a média da temperatura do ar no período de inverno, sob vegetação e sem esta.

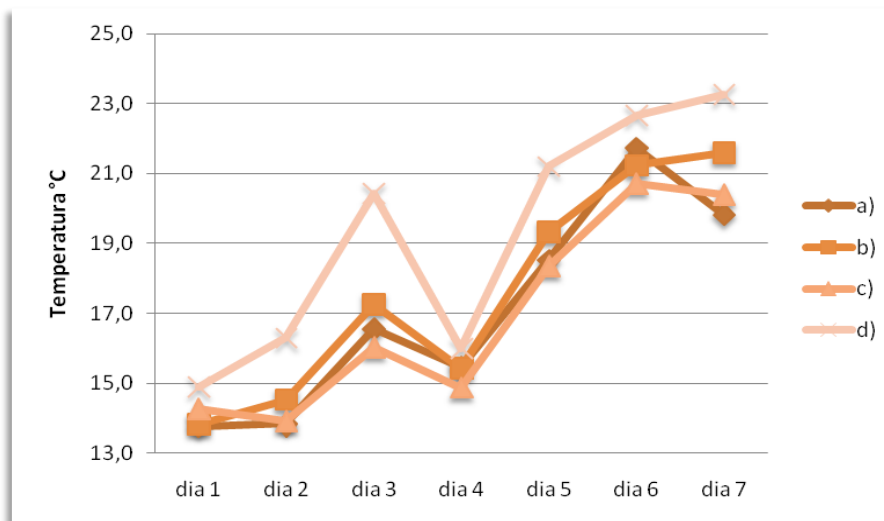


Figura 37 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para todas as horas dos dias de medição no inverno.

Percebe-se que os maiores valores correspondem ao ponto d) cuja fachada é virada a sul e não está protegida por vegetação. As menores temperaturas surgem no ponto c) em que a fachada se encontra voltada a norte, recebendo os ventos mais frios e nunca recebendo os raios solares devido ao constante ensombramento.

Os valores intermédios dizem respeito aos pontos com vegetação, ocorrendo alguma sobreposição com valores da fachada virada a norte.

7.3.2 Análise do monitoramento de primavera

Os dados apresentados nas tabelas são usados para analisar as variações da temperatura do ar, de 10 a 16 de Maio de 2011, num período de 8 horas, com medições realizadas sob vegetação e na ausência desta.

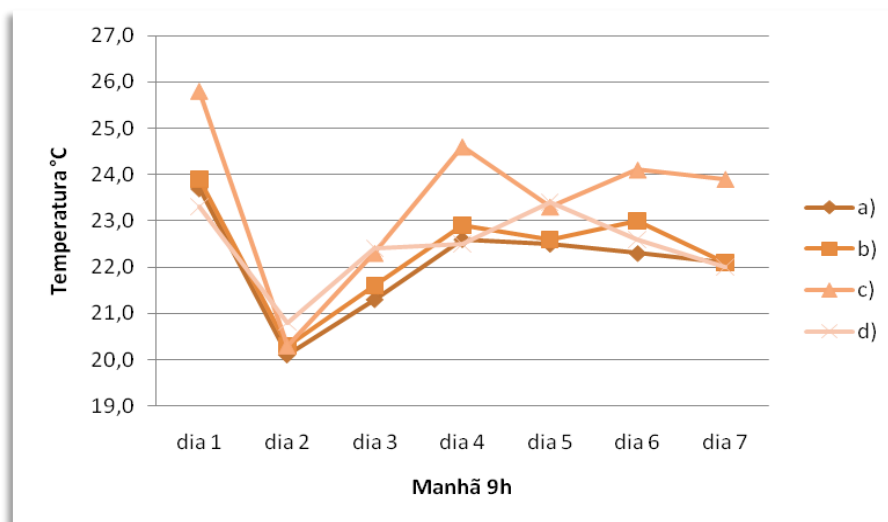


Figura 38 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 9 horas da manhã dos dias de medição na primavera.

Analisando os menores valores a serem registados, verificou-se que o período das 9 horas, como mostra a figura 40, foi o que apresentou as menores temperaturas nas medições sob vegetação, sendo o mínimo registado de 19,1°C. Este valor faz parte das poucas exceções em que a temperatura mínima foi registada às 17 horas.

Para medições em pontos sem vegetação, o intervalo de tempo também se repetiu, com a temperatura mínima às 9 horas, sendo o valor mínimo apresentado de 19,3°C. Novamente este valor pertence ao conjunto das 17 horas.

O fato da menor temperatura corresponder ao horário das 17 horas pode ter haver com as temperaturas registadas às 9 horas da manhã e as 17 horas serem bastante aproximadas, contrariamente ao que acontece no verão, explicado no sub-capítulo seguinte.

Verificou-se que as temperaturas do ponto da fachada virada a norte, às 9 horas da manhã são sempre superiores às registadas à mesma hora no ponto da fachada virada a sul. Estes valores seriam contraditórios, pois espera-se que aconteça o oposto, no entanto a explicação encontrada é que o ponto virado a sul se encontra a essa hora ainda com sombra, enquanto o ponto virado a norte surge já com alguns raios de sol a incidir nele, fazendo a sua temperatura aumentar mais rapidamente do que num ponto localizado à sombra, mesmo que virado a sul.

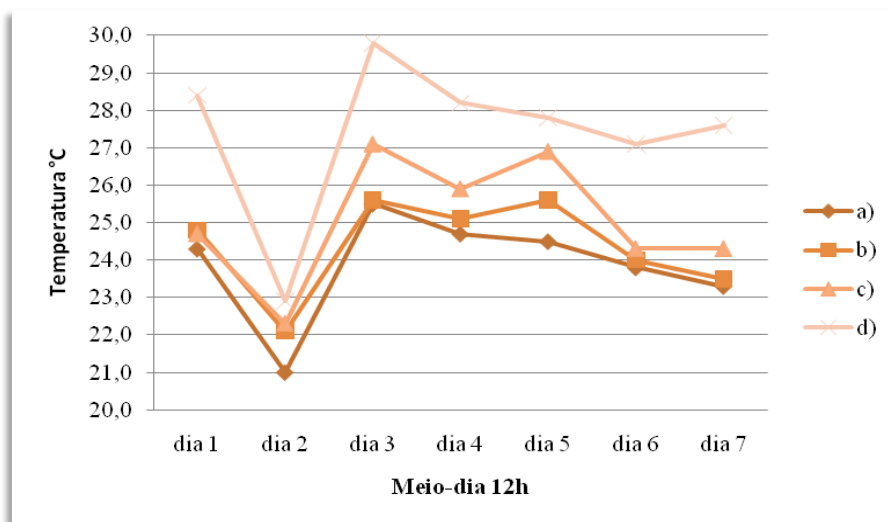


Figura 39 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas dias de medição na primavera.

Para as medições realizadas sob vegetação, à sombra, verificou-se que o período das 12 horas, apresentado na figura 41, apresentou, sob a árvore, todas as temperaturas máximas do dia e sob o arbusto apenas surgiram com a mesma característica dois dias, sendo as restantes temperaturas medianas. Assim, o maior valor apresentado para as 12 horas foi de 25,5°C, sendo o menor valor de 21°C.

Em pontos sem vegetação, com exceção de um único dia, as temperaturas correspondentes às 12 horas foram as máximas atingidas, sendo o maior valor de 29,8°C. O menor valor não ultrapassou os 22,3°C.

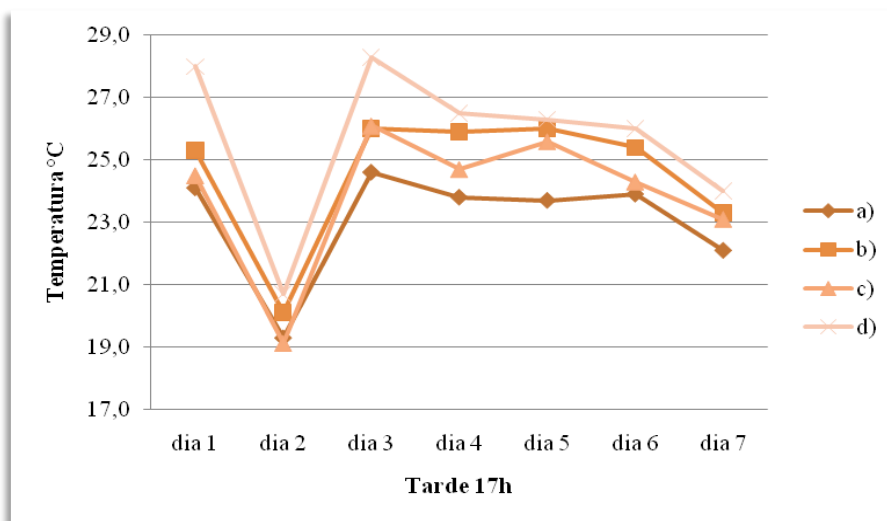


Figura 40 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 17 horas dos dias de medição na primavera.

O período das 17 horas, como mostra a figura 42, apresenta as temperaturas médias e máximas nos locais com vegetação, sendo os locais sem vegetação que apresentam na sua maioria as temperaturas médias.

A grande descida de temperatura que se verifica no dia dois em todos os gráficos poderá dever-se a um dia de muita nebulosidade e vento forte, contrastando com os restantes dias de céu pouco nublado ou limpo e vento fraco a moderado, o que é típico de um dia de primavera nesta região.

7.3.2.1 Média de primavera

O gráfico da figura 43 mostra a média da temperatura do ar no período de primavera, sob vegetação e na ausência desta.

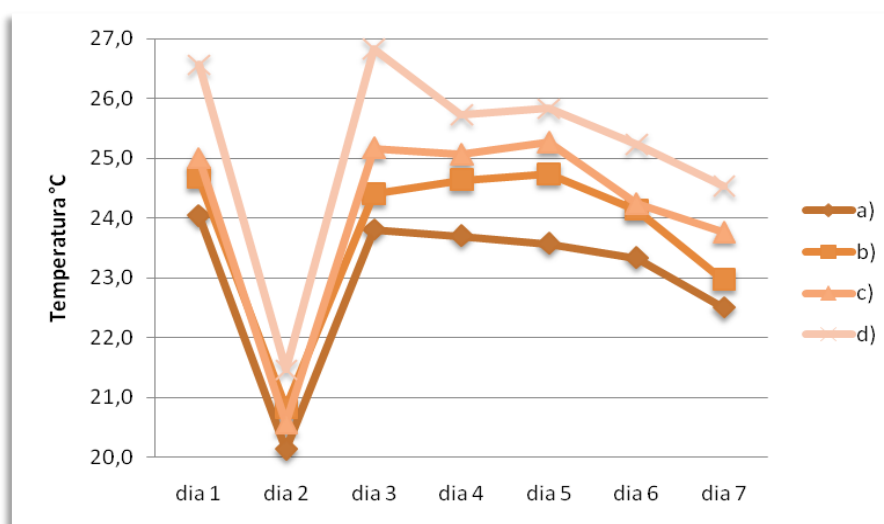


Figura 41 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para todas as horas dos dias de medição na Primavera.

Percebe-se que os maiores valores correspondem ao ponto d) cuja fachada é virada a sul e não está protegida por vegetação. As menores temperaturas surgem no ponto a) e b) que estão associados à presença de vegetação.

Os valores intermédios dizem respeito ao ponto da fachada virada a norte, ocorrendo alguma sobreposição com valores referentes à vegetação. Isto pode ocorrer devido ao facto da fachada a norte apresentar normalmente temperaturas mais baixas, sendo que se encontra na sombra todo o dia com excepção de um curto espaço de tempo às 9 horas da manhã em que recebe algum sol.

Verifica-se um pico de valores relativamente mais baixos do que os restantes no segundo dia, o que se poderá ter devido ao estado do tempo nesse dia em concreto, com céu muito nublado e vento forte, contrariamente ao que acontece nos restantes dias.

7.3.3 Análise do monitoramento de verão

Os dados apresentados nas tabelas são usados para analisar as variações da temperatura do ar, de 25 a 31 de Julho de 2011, num período de 8 horas, com medições realizadas sob vegetação e na ausência desta.

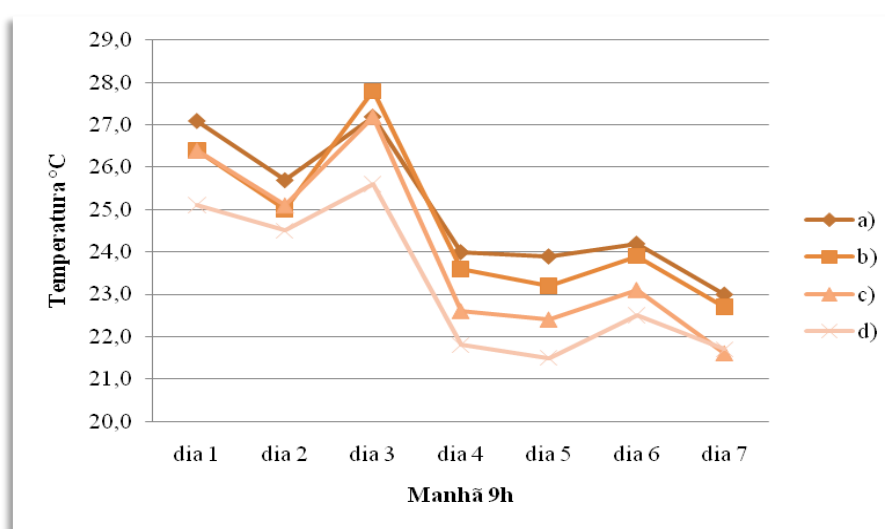


Figura 42 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas da manhã dos dias de medição no verão.

Analisando os menores valores a serem registados, verificou-se que o período das 9 horas, visível na figura 44, foi o que apresentou as menores temperaturas nas medições sob vegetação, sendo o mínimo registado de 21,5°C.

Para medições em pontos sem vegetação, o intervalo de tempo também se repetiu, a temperatura mínima às 9 horas, sendo o valor mínimo apresentado também de 23°C.

Verifica-se que as temperaturas do ponto da fachada virada a norte, às 9 horas da manhã são sempre superiores às registadas à mesma hora no ponto da fachada virada a sul. Estes valores seriam contraditórios, pois espera-se que aconteça o oposto, no entanto a explicação encontrada é que o ponto virado a sul se encontra a essa hora ainda com sombra, enquanto o ponto virado a norte surge já com alguns raios de sol a incidir nele,

fazendo a sua temperatura aumentar mais rapidamente do que num ponto à sombra, mesmo que virado a sul.

O verão é a única estação registada cujos valores se encontram bem diferenciados, sendo as menores temperaturas sempre às 9 horas da manhã, as médias às 12 horas, contrariamente ao que acontece nas anteriores estações, e as temperaturas máximas no horários das 17 horas.

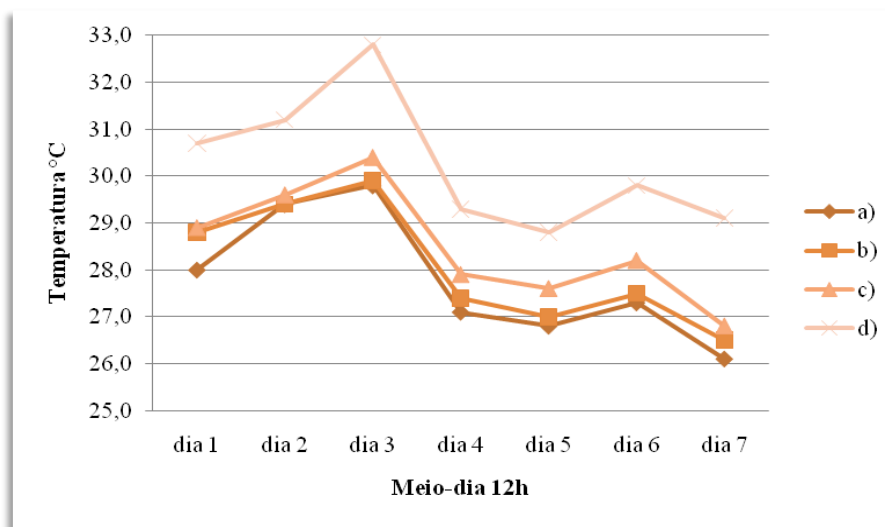


Figura 43 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 12 horas dos dias de medição no verão.

Para as medições realizadas sob vegetação, à sombra, verificou-se que o período das 12 horas, mostrado na figura 45, apresentou praticamente todas as temperaturas médias, com exceção de 3 dias em que apresentou as máximas temperaturas do dia. O maior valor apresentado foi de 29,9°C e o menor de 26,1°C

Em pontos sem vegetação, a temperatura mediana ocorre sempre às 12 horas, tendo o seu máximo atingido os 32,8°C e o mínimo os 26,8°C.

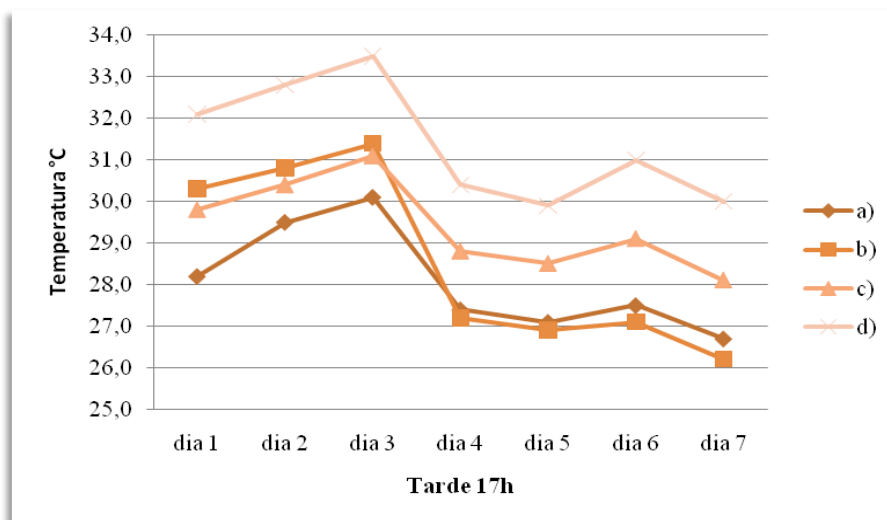


Figura 44 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para as 17 horas dos dias de medição no verão.

O período das 17 horas, apresentado na figura 46, surge com as temperaturas máximas registadas. As exceções ocorrem nos últimos quatro dias no ponto b), sob um arbusto, cujas máximas são sentidas no horários das 12 horas. Estas exceções apresentam valores muito próximos dos registados no horário das 17 horas.

7.3.3.1 Médias de verão

A figura 47 mostra a média da temperatura do ar no período de verão, sob vegetação e na ausência desta.

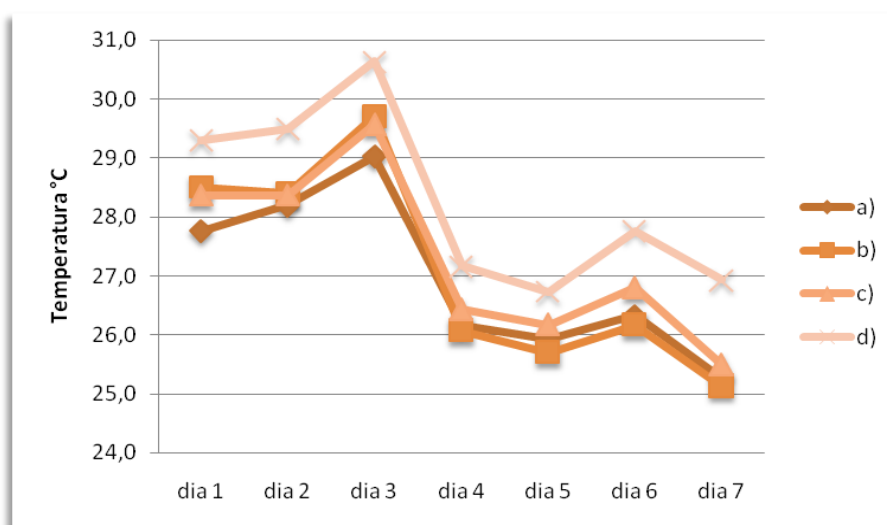


Figura 45 - Gráfico do comportamento da temperatura do ar nos locais de medição, para todas as horas dos dias de medição no verão.

Percebe-se que os maiores valores correspondem ao ponto d) cuja fachada é virada a sul e não está protegida por vegetação. As menores temperaturas surgem no fator a), b) e c).

Os valores intermédios dizem respeito aos pontos com vegetação, ocorrendo alguma sobreposição com valores da fachada virada a norte.

7.3.4 Média de todas as estações estudadas

Nos locais com vegetação os valores da temperatura do ar são mais baixos, independentemente de ser dia de inverno, primavera ou verão e do horário da medição, confirmando-se os estudos existentes sobre o assunto que mostram o papel desempenhado pela vegetação no processo de diminuição da temperatura do ar.

É no verão que a diferença ganha mais relevância, levando as pessoas a procurar locais com sombra, mesmo quando a diferença aqui apresentada não ultrapassa em média os 1,3°C. Estar sob uma sombra não implica que a temperatura seja muito diferente, o que ocorre é a diminuição da radiação solar direta a incidir no indivíduo fazendo com que o aumento da sua temperatura corporal não aconteça. Assim, não é tanto a temperatura que provoca o desconforto mas sim o estar ou não exposto aos raios solares diretos.

As fachadas viradas a norte apresentam por natureza temperaturas mais baixas no inverno, sendo na maioria das vezes menores do que as temperaturas de locais com vegetação. Na primavera e no verão, tanto as fachadas a norte como os locais com vegetação apresentam valores muito semelhantes, sendo no verão que a procura de locais com estas características aumenta por parte das pessoas.

As fachadas voltadas a sul estão sujeitas a grande exposição solar e protegidas dos ventos de norte, daí que apresentem temperaturas elevadas em relação aos outros locais, em todas as épocas referidas.

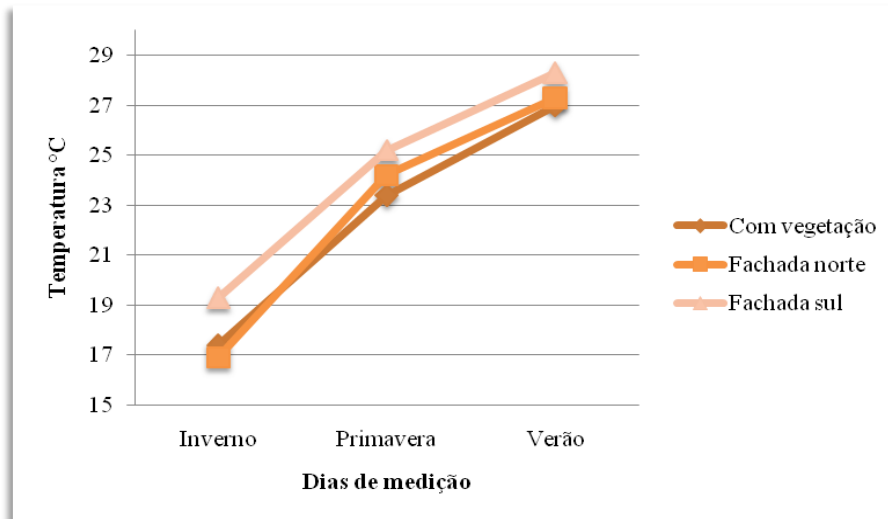


Figura 46 – Gráfico de comportamento da temperatura do ar nos dias e locais de medição, para todas as horas de medição.

O gráfico da figura 48 está coerente com o tema estudado. Os valores da temperatura média do ar são mais baixos nos dias de inverno e mais altos nos dias de verão, estando a primavera com valores intermédios, normalmente associados às temperaturas neutras, ou seja, aquelas em que a pessoa não sente nem calor nem frio.

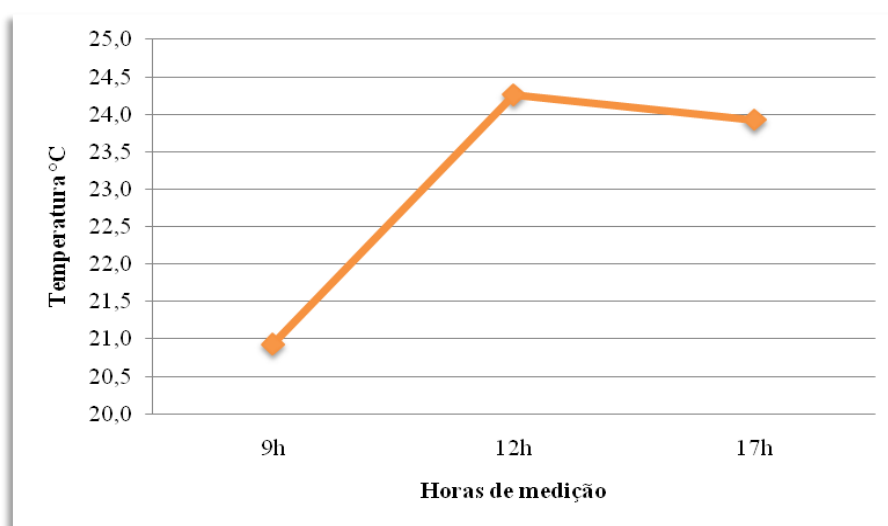


Figura 47 – Gráfico de comportamento da temperatura do ar, para todos os dias e locais de medição.

Em média, os valores da temperatura às 9 horas da manhã, quer seja inverno, primavera ou verão, são mais baixos. A partir desta hora a temperatura sobe rapidamente atingindo o valor mais alto às 12 horas, como mostra a figura 49, após esse horário a temperatura

vai novamente diminuindo e atinge às 17 horas a temperatura mais baixa. Há que ter em atenção que as medições foram feitas apenas até às 17h, sendo claro que a diminuição da temperatura continua após essa hora.

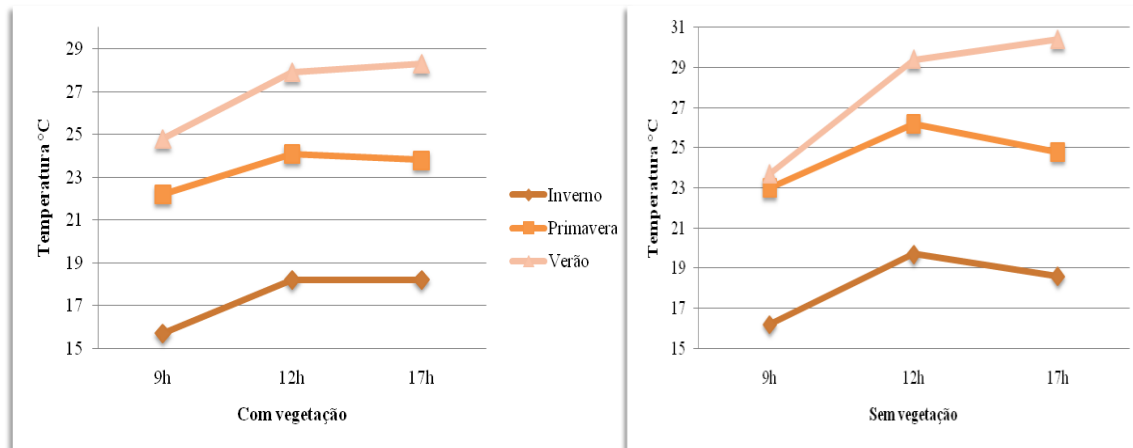


Figura 48 – Gráficos do comportamento da temperatura do ar nos locais, horas e dias de medição.

Separadamente é possível verificar que no verão, quer seja com vegetação ou sem ela, a temperatura aumenta gradualmente ao longo do dia, como é visível na figura 50, apresentando às 17 horas os valores recolhidos mais altos, ao contrário do que acontece nas outras duas estações.

É visível que a temperatura tem tendência a subir e descer mais rapidamente nos locais sem vegetação, o que vai contra os estudos já realizados, uma vez que deveria acontecer o contrário. Os pontos com vegetação deveriam aquecer e arrefecer mais rapidamente do que os pontos sem vegetação, pois a superfície do solo recoberta de vegetação apresenta um albedo baixo e consequentemente um poder de condução mais alto, resultando num microclima agradável. O calor em excesso é rapidamente absorvido e armazenado, sendo devolvido também de forma rápida ao meio ambiente. Sobre pavimentos, a temperatura do ar demora mais tempo a aquecer e a arrefecer pois o poder de condução é mais baixo.

O fato de esta contradição acontecer pode ter haver com a ausência de vento que permita a mistura do ar e consequentemente este permanece durante mais tempo no mesmo local, não havendo grandes alterações em termos de temperaturas.

7.4 Monitorização humana e análise de dados

Após o preenchimento dos questionários, referentes ao espaço exterior em estudo, procedeu-se à sua organização e análise estatística. As questões são relativas a informação de nível pessoal, seguidas de algumas perguntas orientadas para o conforto térmico e terminando com questões direcionadas para o próprio espaço em termos do que está bem ou mal e dos melhoramentos que se poderão fazer. Foram realizados 11 inquéritos por estação, num total de 33.

As questões 4, 5, 8, 18, 19, 20, 21, 22 e 28. são de resposta aberta, as restantes de escolha múltipla. Os inquéritos foram realizadas separadamente da monitorização ambiental, decorrendo num único ponto do espaço pois é o único utilizado pelas pessoas. O local encontrava-se à sombra das árvores, o que poderá influenciar as respostas relativas ao conforto térmico.

7.4.1 Análise do conforto térmico no inverno

O questionário de inverno apresentou apenas inquiridos do grupo etário dos 18 aos 24 anos, sendo cerca de metade de cada sexo. A nacionalidade é maioritariamente portuguesa, com uma exceção cabo-verdiana que acaba por não ter impacto. A naturalidade dos indivíduos apresenta pouca dispersão sendo a região do Algarve a mais anunciada. A residência atual é, como seria de esperar, no Algarve, sendo que nenhum dos sujeitos apresenta um curso superior terminado e nenhum é trabalhador. As áreas profissionais (cursos) são as mais variadas. O vestuário é na sua maioria constituído por jeans e t-shirts, o que contraria a roupa normalmente usada no inverno.

Quadro 8 – Excerto do questionário de inverno.

Questões	Observações	Num.	%
Acha que está:	Muito frio	0	0,00%
	Frio	5	45,45%
	Nem frio nem calor	5	45,45%
	Calor	1	9,09%
	Muito calor	0	0,00%
O que acha do sol neste momento:	Preferia mais	2	18,18%
	OK	8	72,72%

Questões	Observações	Num.	%
	Demasiado sol	1	9,09%
O que acha do vento:	Parado	0	0,00%
	Pouco vento	3	27,27%
	OK	6	54,54%
	Ventoso	2	18,18%
	Demasiado vento	0	0,00%
O que acha da humidade:	Húmido	2	18,18%
	OK	8	72,72%
	Seco	1	9,09%
Está se sentindo confortável:	Sim	8	72,72%
	Não	3	27,27%
O que acha da luminosidade deste espaço:	Muito escuro	0	0,00%
	Escuro	1	9,09%
	Nem escuro nem claro	1	9,09%
	Claro	8	72,72%
	Muito claro	1	9,09%
Existe alguma superfície que aparente sobressair mais do que as restantes (mais de uma resposta por pessoa):	Solo ou pavimento	5	45,45%
	Edifícios circundantes	2	18,18%
	Vegetação	3	27,27%
	Mobiliário urbano	1	9,09%
	O céu	0	0,00%
Qual a sua sensação em relação ao nível de som deste espaço:	Muito sossegado	2	18,18%
	Sossegado	8	72,72%
	Nem sossegado nem barulhento	1	9,09%
	Barulhento	0	0,00%
	Demasiado Barulhento	0	0,00%

De modo a perceber o que as pessoas achavam do local em termos de conforto térmico, foram realizadas algumas questões acerca do que sentiam naquele momento.

Cerca de metade respondeu não sentir nem frio nem calor, sendo que a outra metade das pessoas disse sentir frio. Apesar disso, $\frac{3}{4}$ de respostas a referir que se sentiam

confortáveis no espaço não foram influenciadas pelo fato de sentirem frio. A razão para que metade das pessoas não sentissem nem frio nem calor poder-se-á dever ao fato dos questionários terem sido realizados nas últimas duas semanas de inverno, quando a temperatura já é superior à média, algo que é possível verificar na monitorização ambiental. Poderá também ser essa a razão para ninguém referir que sentia muito frio, ou simplesmente o fato de o clima existente raramente chegar ao ponto de se sentir muito frio durante o dia.

Em termos de sol, vento e humidade o sentimento geral foi de que estavam bons. Os níveis de ruído também foram questionados, sendo o local referido como muito sossegado ou sossegado. A luminosidade é considerada na sua maioria clara o que se poderá dever ao fato de existir uma grande área de solo pavimentado por cores claras e que tendem a refletir muita luz. Este fator também poderá estar por detrás da resposta à superfície que se ressalta mais, sendo o solo ou pavimento a mais escolhida. A vegetação que cobre cerca de metade do espaço também foi apontada como uma superfície que sobressai, muito devido aos grandes pinheiros existentes e não tanto à vegetação arbustiva ou herbácea que é pouca e sem grande presença visual.

7.4.2 Análise do conforto térmico na primavera

A época de primavera teve os questionários respondidos quase na totalidade por indivíduos na faixa dos 18 aos 24 anos, com cerca de metade correspondendo a mulheres e outra metade a homens. A maioria de nacionalidade portuguesa tem apenas como exceção uma nacionalidade romena que também acaba por não ter qualquer impacto. A dispersão de nacionalidades é de mais ou menos 50% do Algarve e os restantes de outras zonas do país. A residência, como já referido no inverno, corresponde sempre à zona algarvia, apresentando-se apenas duas pessoas como trabalhadoras, ainda não tendo terminado as restantes o ensino superior. As áreas profissionais (cursos) são as mais variadas. O vestuário continua na sua maioria constituído por jeans e t-shirts, notando-se já alguma diferença em termos de alguns calções ou camisolas de manga curta ou sem mangas que começam a surgir.

Quadro 9 – Excerto do questionário de primavera.

Questões	Observações	Num.	%
Acha que está:	Muito frio	0	0,00%
	Frio	0	0,00%
	Nem frio nem calor	3	27,27%
	Calor	6	54,55%
	Muito calor	2	18,18%
O que acha do sol neste momento:	Preferia mais	2	18,18%
	OK	8	72,72%
	Demasiado sol	1	9,09%
O que acha do vento:	Parado	0	0,00%
	Pouco vento	3	27,27%
	OK	5	45,55%
	Ventoso	3	27,27%
	Demasiado vento	0	0,00%
O que acha da humidade:	Húmido	0	0,00%
	OK	4	36,36%
	Seco	7	63,63%
Está se sentindo confortável:	Sim	11	100,00%
	Não	0	0,00%
O que acha da luminosidade deste espaço:	Muito escuro	0	0,00%
	Escuro	0	0,00%
	Nem escuro nem claro	3	27,27%
	Claro	5	45,55%
	Muito claro	3	27,27%
Existe alguma superfície que aparente sobressair mais do que as restantes (mais de uma resposta por pessoa):	Solo ou pavimento	0	0,00%
	Edifícios circundantes	3	27,27%
	Vegetação	8	72,72%
	Mobiliário urbano	0	0,00%
	O céu	0	0,00%

Questões	Observações	Num.	%
Qual a sua sensação em relação ao nível de som deste espaço:	Muito sossegado	1	9,09%
	Sossegado	10	90,91%
	Nem sossegado nem barulhento	0	0,00%
	Barulhento	0	0,00%
	Demasiado Barulhento	0	0,00%

De modo a perceber o que as pessoas achavam do local em termos de conforto térmico, foram realizadas algumas questões acerca do que sentiam naquele momento.

Mais de metade respondeu sentir calor, seguido de nem frio nem calor e houve ainda quem achasse estar muito calor. Estas respostas ajudam a perceber que as pessoas se sentem mais confortáveis com o calor do que com o frio, pois todas responderam estar confortáveis. O mesmo não tinha ocorrido no inverno, quando as temperaturas eram mais baixas. O fato de muitas pessoas terem respondido que sentiam calor na estação da primavera pode ser justificado pelo fato de estarmos num clima mediterrânico em que as temperaturas nesta época já começam a ser elevadas, comprovado pelas medições realizadas. Em muitos países do norte da Europa estas temperaturas estão já associadas aos seus verões.

Em termos de sol e vento o sentimento geral foi de que estavam bons. Em termos de humidade, mais de metade das pessoas achou estar seco, isso também devido às elevadas temperaturas que se faziam sentir. Os níveis de ruído também foram questionados, sendo o local preferencialmente referido como sossegado. A luminosidade é considerada na sua maioria clara ou muito clara, cerca de 3/4 dos inquiridos, o que se poderá dever ao fato de existir uma grande área de solo pavimentado por cores claras e que tendem a refletir muita luz. Este fator também poderá estar por detrás da resposta à superfície que se ressalta mais, sendo o solo ou pavimento a mais escolhida. A vegetação que cobre cerca de metade do espaço também foi apontada como uma superfície que sobressai, muito devido aos grandes pinheiros existentes e não tanto à vegetação arbustiva ou herbácea que é pouca e sem grande presença visual.

7.4.3 Análise do conforto térmico no verão

A estação de verão teve os questionários respondidos quase na totalidade por indivíduos na faixa dos 18 aos 24 anos, cujo sexo feminino esteve em destaque. A nacionalidade portuguesa continua em evidência, apenas com uma pessoa brasileira cujo impacto nas respostas não se fez sentir. As naturalidades são na sua maioria algarvias, sendo as residências apenas nesta região. O nível educacional surge com diferenças, verificando-se agora que cerca de metade das pessoas possui curso superior apresentando-se apenas uma pessoa como trabalhadora. As áreas profissionais (cursos) continuam a ser as mais variadas. O vestuário modificou-se, sobressaindo-se o uso de roupa típica de verão tais como, calções, vestidos, saias e óculos de sol bem como blusas de manga curta.

Quadro 10 – Excerto do questionário de verão.

Questões	Observações	Num.	%
Acha que está:	Muito frio	0	0,00%
	Frio	0	0,00%
	Nem frio nem calor	0	0,00%
	Calor	2	18,18%
	Muito calor	9	81,81%
O que acha do sol neste momento:	Preferia mais	0	0,00%
	OK	3	27,27%
	Demasiado sol	8	72,72%
O que acha do vento:	Parado	1	9,09%
	Pouco vento	6	54,54%
	OK	3	27,27%
	Ventoso	1	9,09%
	Demasiado vento	0	0,00%
O que acha da humidade:	Húmido	0	0,00%
	OK	4	36,36%
	Seco	7	63,63%
Está se sentindo confortável:	Sim	6	54,54%
	Não	5	45,45%

Questões	Observações	Num.	%
O que acha da luminosidade deste espaço:	Muito escuro	0	0,00%
	Escuro	0	0,00%
	Nem escuro nem claro	1	9,09%
	Claro	7	63,63%
	Muito claro	4	36,36%
Existe alguma superfície que aparente sobressair mais do que as restantes (mais de uma resposta por pessoa):	Solo ou pavimento	3	27,27%
	Edifícios circundantes	5	45,45%
	Vegetação	3	27,27%
	Mobiliário urbano	0	0,00%
	O céu	0	0,00%
Qual a sua sensação em relação ao nível de som deste espaço:	Muito sossegado	2	18,18%
	Sossegado	7	63,63%
	Nem sossegado nem barulhento	2	18,18%
	Barulhento	0	0,00%
	Demasiado Barulhento	0	0,00%

De modo a perceber o que as pessoas achavam do local em termos de conforto térmico, foram realizadas algumas questões acerca do que sentiam naquele momento.

Cerca de 80% das respostas foram para o fato de estar muito calor, sendo as restantes calor, isto é normal pois no verão as temperaturas são bastante elevadas nesta região. Temperaturas demasiado elevadas não ajudam a pessoas a sentir-se confortáveis, e isso é visível na resposta dada, em que metade responde não se sentir confortável e a outra metade confortável. Temperaturas extremas de inverno e verão levam ao desconforto térmico, sendo uma possível modificação em termos de desenho do espaço, capaz de modificar esse sentimento.

Em termos de vento, o sentimento geral foi de que estava pouco vento, isto acontece pois com temperaturas elevadas a existência de algum vento torna o espaço mais fresco e a pessoa sente-se mais confortável. Em termos de humidade, mais de metade das pessoas achou estar seco, o que é normal no verão e que pode ser modificado com o simples acrescentar de vegetação no local, cuja evapotranspiração aumenta os níveis de humidade que por sua vez diminuem a temperatura. A presença de sol é considerada

demasiada pela maioria, podendo-se associar a isto a falta de árvores, principalmente na área pavimentada onde estas não existem e cuja cor do solo reflete os raios solares, dando a sensação de o sol estar demasiado forte. Os níveis de ruído também foram questionados, sendo o local preferencialmente referido como sossegado. A luminosidade é considerada clara ou muito clara, o que se poderá dever ao fato de existir uma grande área de solo pavimentado por cores claras e que tendem a refletir muita luz. A área que se destaca mais sofre aqui uma alteração, sendo os edifícios circundantes os mais votados, seguidos da vegetação e pavimento com os mesmos valores. Em termos de vegetação, as temperaturas elevadas aumentam a procura de vegetação, daí que a mesma quantidade de árvores no inverno ou primavera seja considerada normal e no verão escassa.

7.4.4 Análise geral do espaço

As questões colocadas relativamente às condições atuais e futuras do espaço em estudo são neste subcapítulo desenvolvidas, não havendo diferenciação das estações e seus respectivos resultados pois esse aspeto não influencia as respostas obtidas.

Quadro 11 – Média dos questionários referente às questões de avaliação do espaço.

Questões	Observações	Num.	%
18. Porque veio aqui:	Passagem	31	93,93%
	Visita	2	6,06%
19. Onde estava antes de vir para aqui:	Estudar	1	3,03%
	Interior edifício	30	90,90%
	Carro	1	3,03%
	Autocarro	2	6,06%
20. Com que frequência usa este espaço:	1 vez por dia		
	2 vezes por dia	7	21,21%
	3 vezes por dia	9	27,27%
	4 vezes por dia	2	6,06%
	1 vezes por semana	1	3,03%
	2 vezes por semana	2	6,06%
	3 vezes por semana	2	6,06%

Questões	Observações	Num.	%
	4 vezes por semana	4	12,12%
	1 vez por mês	3	9,09%
	5 vezes por ano	1	3,03%
	Mobiliário urbano ou falta deste	1	3,03%
21. Existe algo que não goste neste espaço (mais de uma resposta por pessoa)	Pavimento ou excesso deste	8	24,24%
	Espaço em terra	7	21,21%
	Falta de vegetação	1	3,03%
	Falta locais de estadia	7	21,21%
	Pouco aproveitado	2	6,06%
	Degradação dos edifícios	2	6,06%
	Espaço aberto	1	3,03%
	Muitos insectos	2	6,06%
	Não respondeu	1	3,03%
22. Para que serve atualmente este espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	Passagem	11	33,33%
	Lazer/convívio	24	72,72%
	Nada	5	15,15%
		1	3,03%
	De passagem apenas		
23. Qual a possível utilização deste espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	Para relaxar do stresse	10	30,30%
	Para sentar e estudar	9	27,27%
	Para conviver com os amigos	6	18,18%
	Para apanhar ar fresco	16	48,48%
	Para olhar a paisagem agradável	12	36,36%
		2	6,06%

O espaço tem como utilização apenas a passagem de pessoas que se dirigem de e para outros locais da universidade, tal é referido por todos os inquiridos. As passagens são diárias, sendo cerca de metade realizadas 1 a 2 vez por dia, seguindo-se três vezes por semana, o que indica que apesar de ser apenas para passagem, o local é muito frequentado, o que também se pode dever ao fato de estar centrado com alguns dos principais edifícios da universidade tais como a cantina e outros serviços, a biblioteca e o complexo pedagógico.

Quando inquiridos sobre o que de mau o espaço teria, as respostas foram variadíssimas, o que talvez seja justificado pela falta de uma utilidade para este local. Existe a falta de atrativos para as pessoas, que lhes dê razões para permanecer na zona. Esta falta de permanência prende-se com as respostas dadas pelas pessoas. São referidos o tipo de mobiliário urbano e a falta deste, seguidos dos pavimentos, quer seja a quantidade quer seja o tipo de material e a falta de vegetação inclui a falta de sombras. Os restantes são menos representativos, falta de locais de estadia e o pouco aproveitamento do espaço. Existe então a necessidade de colocar mais mobiliário urbano em conjunto com sombras para criar locais de estadia, o que implica também a existência de mais vegetação e menos pavimento.

Quando se fala nas possíveis utilizações deste espaço, de modo a tirar proveito deste, as respostas são muito dispersas. Algumas pessoas ainda acham que o espaço deve ser apenas para passagem, sendo o mesmo número a pensar que poderá servir para relaxar do stresse. Conviver com os amigos, é a opção com mais escolha, uma necessidade que se poderá prender ao fato de não existirem muitos espaços exteriores na universidade onde se possam reunir várias pessoas a conviver, muito pela falta de mobiliário urbano e sítios com sombras para os inserir. O simples apanhar ar é a segunda possível utilização. Sentar para estudar parece não ter grande impacto, isto talvez porque existe a preferência e a comodidade de estudar na biblioteca ali mesmo ao lado ou nas próprias faculdades.

Quadro 12 - Média dos questionários referente às questões de avaliação do espaço. (cont.)

Questões	Observações	Num.	%
24. Gostaria de uma área relvada nesta local:	Sim	24	72,72%
	Não	8	24,24%
	Talvez	1	3,03%
25. Usaria:	Sim	22	66,66%
	Não	9	27,27%
	Talvez	2	6,06%

Questões	Observações	Num.	%
26. Acha que a existência de água tornaria o espaço mais agradável:	Sim	30	90,90%
	Não	2	6,06%
	Talvez	1	3,03%
27. Acha que uma esplanada junto ao bar da cantina seria utilizada:	Sim	30	90,90%
	Não	3	9,09%
28. O que gostaria de ver neste espaço (mais de uma resposta por pessoa):	Mais vegetação	21	63,63%
	Menos pavimento	1	3,03%
	Esplanada	6	18,18%
	Mais mobiliário urbano	13	39,39%
	Água	4	12,12%
	Relvado	2	6,06%
	Espaço estadia/lazer	6	18,18%
	Nada	4	12,12%

Quando questionados sobre a possível inserção de um relvado em parte daquele espaço, e o seu uso, as respostas foram na sua maioria positivas cerca de $\frac{3}{4}$ respondeu que seria bom ter um relvado e que utilizaria. O único relvado que existe encontra-se numa das extremidades do campus e não é utilizado por ninguém, com exceção da época das praxes. Possivelmente a sua localização é o fator principal para que não tenha qualquer utilidade que não seja a de aspeto ornamental, o que por si só saí bastante caro em termos de rega e manutenção e torna-se um desperdício de recursos. Estes últimos seriam melhor gastos em espaços com movimentação de pessoas e numa área central como é o espaço a ser estudado. O fator climático implica maiores gastos neste tipo de vegetação, pois o clima é bastante quente recorrendo-se a grandes gastos de água. Seria melhor tentar arranjar uma solução que substituísse ou permitisse a existência do relvado.

Em relação à água, é geral que esta trás consigo uma sensação de frescura e conforto que uma simples sombra não conseguiria, sendo por isso escolhida como uma boa opção para esta área, podendo torná-la mais agradável. Por ser um clima com pouca

chuva e bastante quente e seco no verão, não será talvez a melhor opção em termos de sustentabilidade, colocar um elemento de água, mesmo que protegido por sombras. Os gastos para a universidade iriam aumentar e não é o que se pretende. Uma solução teria de ser pensada.

Existe apenas uma esplanada exterior em todo o campus, que fica numa das extremidades e não apresenta muitas condições em termos de mobiliário e proteção contra a chuva e o sol. Seria então importante aproveitar um dos espaços com melhor localização, presença de vegetação e associado a um serviço que a própria universidade fornece (bar da cantina), não pertencendo a um privado. Assim pensam a grande maioria dos inquiridos, cuja possível frequência por parte de quem se encontra no campus seria positiva.

Quando nos referimos ao que gostaria de ver no espaço, as respostas recaíram sobre o já comentado anteriormente, mais vegetação, mais mobiliário urbano e locais de estadia e lazer e a esplanada. A vegetação é a opção mais escolhida, o que só demonstra a sua importância em termos de conforto térmico exterior e em termos visuais.

Quadro 13 - Média dos questionários referente às questões de avaliação do espaço. (cont.)

Questões	Observações	Num.	%
Preencher de acordo com a opinião			
29. Árvores	Não gosta	1	3,03%
	Gosta pouco	1	3,03%
	Mais ou menos	5	15,15%
	Gosta	13	39,39%
	Gosta muito	7	21,21%
	Excelente	6	18,18%
30. Arbustos	Não gosta	1	3,03%
	Gosta pouco	5	15,15%
	Mais ou menos	8	24,24%
	Gosta	11	33,33%
	Gosta muito	3	9,09%
	Excelente	1	3,03%

Questões	Observações	Num.	%
31. Espaço em terra batida/prado	Não gosta	5	15,15%
	Gosta pouco	10	30,30%
	Mais ou menos	12	36,36%
	Gosta	5	15,15%
	Gosta muito	3	9,09%
	Excelente	0	0,00%
32. Pavimento	Não gosta	2	6,06%
	Gosta pouco	6	18,18%
	Mais ou menos	18	54,54%
	Gosta	7	21,21%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%
33. Edifícios	Não gosta	1	3,03%
	Gosta pouco	1	3,03%
	Mais ou menos	15	45,45%
	Gosta	15	45,45%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	1	3,03%
34. Mobiliário urbano	Não gosta	8	24,24%
	Gosta pouco	4	12,12%
	Mais ou menos	12	36,36%
	Gosta	8	24,24%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	1	3,03%

A última questão estava relacionada com o nível de satisfação em relação aos diferentes elementos existentes no espaço estudado.

No que diz respeito às árvores, o maior número de respostas recaiu sobre o gosta e gosta muito, havendo referência, ainda que pouca, ao mais ou menos e ao excelente. Isto indica que ainda se pode melhorar em termos de arvoredo, principalmente em quantidade e não em espécies usadas pois o pinheiro, por fazer parte da história do local não pode ser retirado, pretende-se a sua continuidade quer em termos de existência, quer em termos de localização.

Os arbustos estão um pouco mais abaixo em termos de apreciação, estando a maioria das respostas divididas entre o mais ou menos e o gosto, com o gosto a ter mais escolhas, seguindo-se ainda os gosta pouco. Tal como as árvores, os arbustos podem ter uma grande melhoria, quer em termos de quantidade quer em termos das espécies escolhidas.

O espaço em terra existente sob os pinheiros em cerca de 1/3 do espaço não é muito apreciado por quem lá passa. Grande parte das respostas foram para o gosta pouco e mais ou menos, o que demonstra como as pessoas não apreciam espaços considerados sem uso, em que o solo é deixado ao abandono, procedendo-se apenas a algum corte de vegetação que cresça demais.

O pavimento, que cobre mais de 1/3 do local também não é muito considerado, o que indica que poderá haver falta de vegetação que o substitua e crie zonas mais agradáveis, seja para quem usa como para quem apenas visualiza. Por ser um pavimento de cor clara, possui um grande poder de reflexão dos raios solares, tornando-o num espaço desconfortável para a visão pois chega a encandear, tornando-se desconfortável em dias quentes.

Os edifícios na envolvente do local também não originam grandes discrepâncias em termos de opinião, as pessoas até gostam deles e estes não parecem ter muita influência em termos visuais, no espaço. Os seus revestimentos em tons naturais da pedra ajudam a mitigar o seu impacto visual, e funcionam ainda como barreira aos ventos, tornando o espaço mais agradável.

Por último, o mobiliário urbano apresenta os valores de apreciação mais baixos do espaço. Isso pode-se dever ao fato de ser quase inexistente e o pouco que existe está em mau estado, não é cómodo e a sua disposição não é a mais correcta.

7.5 Conclusões sobre a análise estatística

De acordo com a análise estatística realizada aos registos das temperaturas, conclui-se que a menor temperatura se verificou no inverno, e a mais alta no verão, às 9 e às 17 horas, respetivamente. Em relação à localização das temperaturas mais baixas, estas foram verificadas no ponto virado a norte e num dos pontos com vegetação, ambas no inverno. As temperaturas mais altas, verificadas no verão, localizavam-se nos pontos

sem vegetação. No que diz respeito à média das temperaturas, a mais baixa foi de 16°C, no inverno às 9 horas e a mais alta de 29,4°C, no verão às 17 horas.

Verificou-se que a temperatura média do ar aumenta mais rapidamente nos pontos sem vegetação do que nos pontos com vegetação, em qualquer uma das três estações estudadas, e o mesmo acontece com a sua diminuição. O verão surge com os aumentos e descidas mais drásticas ao longo dos dias, quer seja com vegetação ou sem ela.

A média das temperaturas em cada estação para cada ponto mostra-nos que é nos pontos com vegetação que a temperatura é mais amena, principalmente no inverno e no verão, quando as diferenças de temperatura são maiores.

As médias da fachada a norte são muito próximas, em todas as três estações, das médias registadas nos pontos com vegetação pois não está diretamente exposta aos raios solares, ao contrário da fachada a sul.

A análise estatística realizada aos inquiridos estudou dois temas diferentes. Numa primeira fase analisou as respostas ao tema do conforto térmico para cada estação estudada. Numa segunda fase analisou as respostas ao tema de avaliação do espaço em termos das mais-valias existentes e possíveis de existir no futuro.

Verificou-se na primeira fase de análise, que as estações do inverno e primavera estudadas são consideradas pela maioria dos inquiridos como termicamente confortáveis. O verão surge com uma forte divisão de sentimentos, sendo que metade diz sentir-se desconfortável.

Quando questionadas acerca do que sentiam no espaço, o verão destaca-se pela percentagem de respostas que apontam para o fato de sentirem muito calor no espaço, cerca de 80%. Enquanto no inverno apenas cerca de metade refere sentir frio. No que se refere aos elementos do clima, estes voltam a ter destaque no verão onde sobressai o fato de o sol ser considerado demasiado, o vento pouco e a humidade demasiado baixa.

A luminosidade do espaço aumenta conforme a intensidade do sol existente, não sendo muito forte no inverno, mas tornando-se já incomodativa na primavera e verão.

Por último, a superfície apontada como tendo mais destaque é a vegetação, no inverno e primavera, modificando-se no verão para os edifícios circundantes.

Verificou-se na segunda fase de análise, que o espaço em estudo apenas tem como função a circulação de pessoas entre os vários edifícios, sendo em média utilizado 1 a 2 vezes por dia por cada pessoa, o que mostra como é um sítio muito frequentado, mas sem permanência de pessoas. As razões dadas pelos inquiridos prendem-se principalmente à falta de mobiliário urbano, ou áreas de estadia e lazer, bem como o excesso de pavimento e falta de vegetação e sombras.

Conviver com os amigos e apanhar ar fresco são as hipóteses mais escolhidas para uma possível utilidade do espaço, mas nada disto será possível sem que haja modificações a nível físico no espaço.

As preferências para possíveis modificações no espaço recaem sobre o já falado mobiliário urbano e vegetação, que dão origem às áreas de estadia e lazer que atualmente não existem. Esplanada, associada ao bar da cantina, a presença de água e um possível relvado também são opções a ter em conta por muitos inquiridos.

Por último, foi feita uma questão relativa ao nível de satisfação das pessoas em relação aos elementos constituintes do espaço em estudo. A vegetação é bastante apreciada, no que diz respeito às árvores, no entanto os arbustos não sofrem grande avaliação por parte dos indivíduos. Em relação ao espaço de terra batida e à área pavimentada, as respostas não são muito positivas, algo que poderá levar à modificação destes aspetos futuramente. Os edifícios envolventes não têm grande impacto, levando a que as pessoas vivam bem com a sua visibilidade a partir do espaço, o mesmo não acontecendo com o último elemento avaliado, o mobiliário urbano. Este sofreu a apreciação mais baixa de todos os elementos, sendo por isso uma prioridade a sua modificação.

7.6 Estudo prévio

7.6.1 Memória descritiva

No âmbito desta tese de dissertação foi proposto um Estudo Prévio que visa o desenvolvimento de um conceito de intervenção coerente e argumentado, com base em informações recolhidas na fase teórica. As soluções de desenho microclimático estudadas são desenvolvidas nesta fase através de uma peça desenhada, que segue no anexo 9.5 e que é visível nas figuras 51 e 52 apresentadas abaixo.

Pretendeu-se desenvolver um espaço urbano de caráter contemporâneo, onde são visíveis aspetos fundamentais, referidos pelos inquiridos como potencialidades para o espaço. Há que não esquecer o fato de este espaço se situar no campus de uma universidade, sendo utilizado principalmente por estudantes, num horário diurno.

Os pontos positivos e negativos do espaço foram tidos em conta. Aumentou-se a área

sombreada, através da inserção de mais estrato arbóreo, bem como a área de estrato arbustivo, uniformizando a sua distribuição ao longo do espaço. A instalação do relvado veio tentar minimizar o efeito das raízes do pinus, que não permitem a colocação de um pavimento. Foi dada utilização a uma área que estava totalmente inutilizada pelo tipo de substrato vegetal existente, bem como uma resposta ao fato de não ser possível a colocação de pavimento, pois com o tempo deformar-se-ia e acarretaria custos elevados. O relvado escolhido seria adaptado ao pisoteio e a uma baixa manutenção de modo a diminuir os custos associados.

A quantidade de pavimento existente era outro ponto negativo, que teve como solução não a diminuição da sua área, mas sim mudanças, quer ao nível dos materiais escolhidos, quer do seu desenho e intercalação com a vegetação. Conjugando lajetas de betão e saibro quebra a monotonia de um espaço que tem alguma dimensão, permitindo o aumento da área permeável em relação à existente anteriormente.

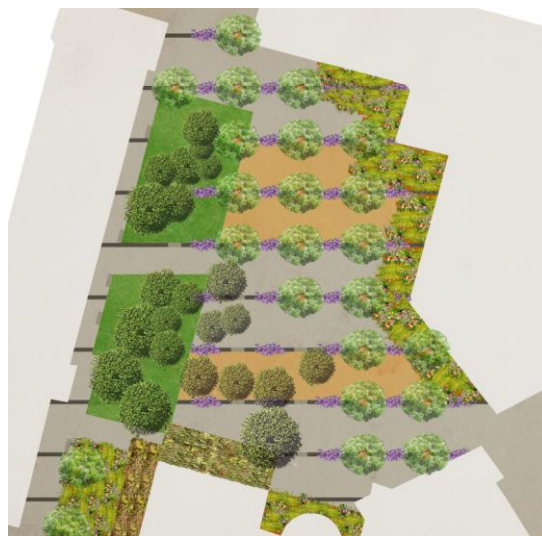


Figura 49 – Estudo Prévio.

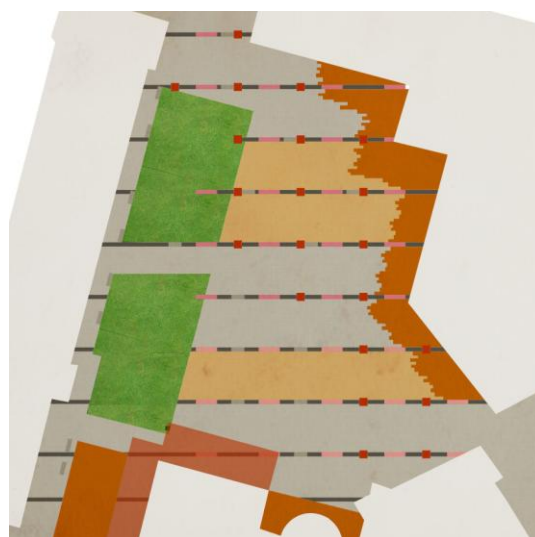


Figura 50 – Estudo Prévio sem elementos vegetais.

Por ter algum declive na direção sul-norte, até sensivelmente meio do espaço, optou-se por utilizar apenas uma faixa de saibro, de modo a minimizar a possibilidade de este ser removido pela ação de chuva forte. As restantes zonas de saibro localizam-se numa zona plana e sem problemas associados. Foram incluídas linhas de betão mais escuro, inseridas no alinhamento das árvores, marcando o ritmo ao longo do espaço, e fazendo uma ligação visual ao longo de toda a área de estudo. Poderão também servir para incluir os elementos de escoamento das águas, minimizando o seu efeito visual.

A resposta à falta de um espaço de convívio foi dada principalmente pela esplanada associada ao bar da cantina. Muito frequentadas pelos jovens, as esplanadas são indispensáveis ao convívio universitário, sendo necessário dotá-las de equipamentos modernos e elementos visuais apelativos. A esplanada encontra-se voltada a norte e oeste, conjuntamente com uma estrutura pergolada, que ao ser constituída por um elemento vegetal de folha caduca, permite a utilização da esplanada ao longo de todo o ano. Durante a época mais quente, a zona de esplanada virada a norte tem a sua utilidade, quer por ser uma zona mais fresca, quer pela sombra criada pela pérgola. Este mesmo elemento permite a utilização da zona oeste, pois apesar de se encontrar numa zona mais quente, está protegida pela sombra fornecida pelo elemento estrutural. Na época mais fria, a zona oeste vai ser a mais aproveitada pelas pessoas, sendo a zona norte menos procurada pela falta de exposição solar, principalmente durante a manhã e tarde.

Em relação à vegetação arbustiva escolhida, optou-se por espécies locais, com poucas exigências hídricas e de manutenção, de modo a permitir a diminuição dos custos e de manutenção. Visualmente pretendeu-se manter o aspeto mediterrânico característico da região. Junto ao edifício da biblioteca central foi mantida a plantação arbustiva, pois não se pretende a circulação de pessoas junto das janelas do edifício, incomodando quem se encontra no seu interior. É criado assim um espaço mais recatado e silencioso do que o que se pretende para o restante espaço.

Intercalados com o pavimento, encontram-se conjuntos de espécies arbustivas constituídos por lavandulas, que fazem a ligação entre a zona arbustiva existente e o restante espaço, conferindo-lhe continuidade. As lavandulas foram escolhidas para estes apontamentos no espaço pois conferem-lhe cor ao longo de todo o ano, tornando o

espaço mais vivo em termos de coloração e cortando a monotonia de ter apenas pavimento e arvoredo. Juntamente com estes alinhamentos de lavandulas encontram-se os alinhamentos arbóreos. A árvore escolhida tem elevada resistência ao calor, permite uma utilização do espaço ao longo de todo o ano por ser caducifólia e a sua floração tem grande interesse a nível visual, quebrando a uniformidade dada por uma árvore sem floração ao longo de todo o ano. Há ainda que referir a ausência de elevada sujidade causada por muitas das espécies arbóreas com floração, bem como a sujidade causada por eventuais frutos, que neste caso, sendo vagens não causam qualquer inconveniente.

A inexistência de mobiliário urbano encontra-se colmatada neste estudo pela integração de novos elementos e em maior quantidade. A sua localização está integrada no desenho do espaço, seguindo a linha de pavimento proposto onde se inserem também os restantes elementos tais como o estrato arbóreo ou os apontamentos de lavandulas. O mobiliário urbano proposto é constituído por bancos compostos por um bloco de betão ou pedra, consoante a verba, mantendo as linhas simples e retas da proposta. A esplanada surge também como uma zona de estadia/lazer, com vista privilegiada para todo o espaço, mas associada ao bar. Por último o relvado, também considerado como zona de estadia/lazer, vem permitir um uso mais subjetivo e livre de escolha, aumentando o leque de opções quanto às atividades possíveis de realizar neste novo espaço exterior do campus.

Falámos até agora dos aspetos mais formais do estudo realizado, mas o que se pretendia era a aplicação dos métodos do desenho microclimático que, passando despercebidos num primeiro olhar, se encontram bem presentes no espaço. Seguem-se as explicações referentes às opções tomadas, mas numa ótica microclimática.

O espaço apresenta algumas fragilidades em termos do conforto térmico existente. Na época mais quente surgem temperaturas demasiado elevadas nas zonas descobertas, devido sobretudo ao tipo de cobertura do solo e inexistência de sombras. O solo pavimentado por ser claro tende a refletir a radiação solar, o que acaba por atingir as pessoas que circulam no espaço, aumentando a sua temperatura corporal. A cor do pavimento é demasiado clara o que também se torna incomodativo para quem olha para o espaço, acabando por ser encandeado pela luminosidade. Escurecer o pavimento não seria opção pois este absorve mais a radiação e torna-se muito quente, sendo sim a

inclusão de vegetação a opção correta. Os ventos predominantes de oeste-sudoeste e este podem ter algum impacto mas não muito relevante. Se no verão são bem-vindos, é na estação mais fria que poderão incomodar. Desta forma, faz sentido perceber quais os ventos predominantes na estação fria, que neste caso são principalmente de este, com alguns provenientes de oeste.

Começamos por falar do elemento climático que mais influência tem no espaço, a radiação solar. Esta divide-se em três tipologias sobre as quais se vai falar individualmente das opções tomadas.

A radiação direta, proveniente diretamente do sol é trabalhada neste espaço através da colocação de coberturas construídas (pérgola) associadas a estruturas vegetais, bem como de elementos vegetais arbóreos. A barreira horizontal criada pela pérgola é constituída por folhagem resistente, podendo estar associada a outra espécie mais sensível à radiação que se coloca numa camada inferior permitindo desta forma diminuir mais eficazmente a penetração da radiação. A espécie utilizada é caducifólia pois encontra-se num clima onde o sol é indesejado no verão e desejado no inverno.

No que diz respeito à radiação refletida foram tomadas três ações. Colocaram-se elementos arbóreos e pérgolas que funcionam como elementos de sombra, impedindo a chegada da radiação direta à zona refletora. Foram colocadas faixas de vegetação de baixa altura, que funcionam como elementos anti refletores, constituídas por lavandulas ao longo de todo o espaço. Trabalhou-se ainda a própria superfície refletora, intercalando zona pavimentada com zona plantada de baixo albedo, criando equilíbrio entre uns e outros.

A radiação terrestre é trabalhada sobretudo ao nível das temperaturas superficiais dos objetos. O pavimento é um desses objetos, cuja cor tem bastante influência, de acordo com aquilo que pretendemos para o espaço. Neste caso, utilizou-se pavimento de cores claras, cujo albedo é superior, ou seja, refletem a radiação, diminuindo a sua temperatura. A radiação terrestre que acabam por libertar é muito inferior à de um pavimento de cor escura, tornando o espaço mais fresco, que é o pretendido. Outro modo de controlar a temperatura do pavimento é através da colocação de elementos vegetais de sombra, tais como a vegetação arbórea colocada, que impedem o seu aquecimento.

O fato de existir rega em cerca de 1/3 do espaço, faz com que ocorra evaporação da água e conseqüentemente o aumento da humidade no espaço, diminuindo a temperatura. A colocação de coberturas vegetais tais como a pérgola e as árvores mantém a temperatura sob estas, próxima da temperatura do ar. Por último, de referir os sistemas que são criados quer por evaporação quer por condução, que mantêm as superfícies frescas. O sistema de evaporação funciona com materiais porosos, tais como o saibro, que acumulam humidade que é evaporada. O sistema de condução trabalha com materiais impermeáveis como o betão, que conseguem permanecer frescos em contato com o solo, apesar de não possuírem alta condutividade.

Em relação ao vento, este não tem grande expressão no espaço, devido sobretudo à sua envolvência por edifícios com alguma altura. De modo a minimizar as turbulências que possam existir, foram escolhidos elementos arbóreos com curvaturas suaves.

A humidade causada pela evapotranspiração da vegetação, bem como pela evaporação direta da água do solo, tem a capacidade de diminuir a temperatura do ar como se pretende, no entanto, isso apenas ocorre se a humidade do ar for suficientemente baixa. Este efeito é apenas passageiro, dissipando-se rapidamente com o movimento do ar, não sendo por essa razão uma grande ajuda na diminuição da temperatura. Apenas seria eficiente se ocorresse num ambiente isolado onde não houvesse mistura do ar.

A diminuição da temperatura do ar, apesar de ser influenciada pela existência de vegetação, apenas tem significado em grandes áreas verdes, onde existe equilíbrio entre a parte construída e a área verde. Neste caso isso não se verifica, a vegetação atua indiretamente, não na diminuição da temperatura mas na manutenção do ar fresco.

A precipitação não sofre qualquer alteração, sendo dos elementos mais difíceis de controlar. Existe sim a possibilidade de aceder a dados recolhidos anteriormente que permitam perceber se é viável a recolha das águas da chuva provenientes do topo dos edifícios circundantes, especialmente num clima com pouca chuva e época quente e seca com temperaturas elevadas.

8

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O microclima é suscetível de sofrer alterações, no entanto, não basta aplicar à paisagem padrões que já foram estudados, tem de haver um conhecimento da forma como o sistema trabalha em termos físicos (como funcionam os sistemas que determinam a temperatura, vento, humidade, precipitação, radiação solar e terrestre). Um determinado padrão pode ter resultados bons numa certa região climática, e conseguimos reproduzi-lo vezes sem conta, produzindo sempre os mesmos efeitos. Mas e se as condições locais sofrem modificações, mesmo que ligeiras, ou se nos mudarmos para outra região climática, ou modificarmos de algum modo o padrão. Como saberemos ao certo se irá surtir os mesmos efeitos positivos ou se irá criar um espaço desconfortável? Apenas com os conhecimentos básicos da física do sistema conseguimos modificar um padrão.

Um estudo efetuado em praças, no sul de Itália, realizado pela investigadora Diane, mostra que se a investigadora não estivesse ciente de como o sistema funciona, jamais conseguiria perceber a causa para a praça não ser utilizada. Os carros estacionados durante o dia absorviam a radiação solar, não permitindo o aquecimento do solo e paredes, e deste modo não ocorria libertação de radiação terrestre durante a noite para aquecer a praça, tornando-a desconfortavelmente fria para as pessoas (Brown, 2010).

O microclima possui estreita ligação com o conforto térmico humano, pois este último depende do primeiro. Sabemos que o conforto é afetado pela radiação solar e terrestre, pela humidade, pela temperatura do ar e pelo vento. A humidade e a temperatura do ar afetam o conforto mas não podem ser modificadas através do desenho da paisagem. Os restantes elementos podem ser afetados pela paisagem, pois fornecem-nos mecanismos que nós, humanos, conseguimos modificar através do desenho.

A radiação solar e terrestre bem como o vento afetam de modo diferente o conforto térmico nas várias estações do ano. Em climas cujos espaços são utilizados principalmente no verão, existe a necessidade de minimizar a radiação solar e terrestre, fazendo os possíveis para permitir a circulação do ar pelo espaço. Pelo contrário, em espaços utilizados sobretudo no inverno, há que reduzir a velocidade do vento e maximizar a radiação solar e terrestre. Nas estações intermédias, primavera e outono, a importância do sol e do vento é idêntica, dependendo em muito da região climática onde está inserido o espaço, pois por exemplo, a primavera em Londres é diferente da primavera em Faro.

O papel fundamental da vegetação na modificação do microclima e, conseqüentemente, na criação de espaços termicamente confortáveis foi também focado neste trabalho. A presença de vegetação, principalmente nas cidades de clima quente é essencial, beneficiando, em termos de amenização climática, o meio urbano, originando microclimas agradáveis e cuja contribuição é significativa para o conforto ambiental e bem-estar dos cidadãos. No entanto, o clima urbano não é apenas afetado pela vegetação, sendo necessário ter esses aspectos em conta.

Agora que sabemos como o desenho da paisagem afeta o microclima, e como o microclima pode afetar o conforto térmico das pessoas, temos as ferramentas necessárias para avaliar a eficiência das paisagens construídas na criação de espaços exteriores confortáveis. Quando estivermos num local exterior cheio de pessoas que claramente se estão divertindo, tiramos alguns momentos para considerar o seu conforto térmico e o que poderá estar a afetá-lo. Podemos-nos juntar a elas e usar o nosso corpo para avaliar o quanto termicamente confortáveis estamos no espaço. Depois olhamos atentamente para o espaço para ver como este foi desenhado para criar aquelas condições. Existe um corta-vento, se sim qual a direção do vento que afeta? As árvores foram estrategicamente colocadas para fornecer sombra em dias quentes? Foram algumas das áreas de estar colocadas em locais termicamente confortáveis? E se pelo contrário chegarmos a um local que aparentemente deveria estar cheio de pessoas, mas isso não acontece? Avaliamos o microclima para verificar se essa é a causa, e se o local for desconfortável, olhamos em redor para tentar perceber o que pode estar mal.

“Microclimatic design has the potential to address many of the world’s issues and the problems. Climate change is beginning to affect living environments around the world. Energy is becoming more expensive. Lands are being lost to desertification. Populations continue to increase, which means more mouths to feed. Increases in wealth lead to expectations for a higher quality of life. All of these issues and many more have microclimate at their heart.” (Brown, p.161).

9

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9.1 Referências bibliográficas

- ABREU, A. G. de. - *A influência do desenho e da forma da cidade no clima urbano*. Faro: Faculdade de Engenharia e Recursos Naturais da Universidade do Algarve. 2006. Trabalho de Final de Curso Licenciatura em Arquitectura Paisagista;
- ALEXANDRI, E., Jones, P. - Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Building and Environmental, 2007. 1 – 14p;
- ANDRADE H., Vieira R. – A climatic study of an urban green space: the Gulbenkian park in Lisbon (Portugal). Finisterra, v. XVLL, nº84 (2007) 27-46p;
- BARRY, R. G., Chorley, R. J. – *Atmósfera, tiempo y clima*. Trad. de Ana María Guilló. 4ª ed. Barcelona: Omega, 1985. 500p. ISBN 84-282-0735-6;
- BARTHOLOMEI, C. L. B. – *Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído*: Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 2003. 205p. Tese de Doutorado em Engenharia Civil na área de concentração em Saneamento e Ambiente;
- BROWN, R. D. – *Design with microclimate: the secret to comfortable outdoor spaces*. 1ªed. Washington: Island press, 2010. 192p. ISBN 978-1-59726-740-3;
- BROWN, R. D., Gillespie, T. J. - *Microclimatic landscape design - creating thermal comfort and energy efficiency*. Estados Unidos da América: John Wiley & Sons, Inc, 1995. 193p. ISBN 0-471-05667-7;
- CARVALHO, M. M. de. - *Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em Natal*. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2001. 283p. Tese de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo;
- CASTRO, L. L. F. de L. – *Estudo de parâmetros de conforto térmico em áreas inseridas no ambiente urbano, Campinas*: Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 1999. 155p. Tese de Mestrado em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente;

- CHUN, C., Tamura, A. - Thermal comfort in urban transitional spaces. Building and Environmental, v.40, 2005. 633 – 639p;
- CUNHA, F. R. – *Ambientologia: meteorologia geral*. Universidade do Algarve, 1982. Vol. 1, 272p;
- DIMOUDI A., Nikolopoulou M. – Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. Energy and Buildings, v. 35 (2003) 69-76p;
- DUARTE, E., Vale, I., Luísa, T., e Valková, V. – Memória Descritiva e Justificativa – Projeto de Arquitetura Paisagista do Campus de Gambelas: Aspetos Culturais – Modos e usos actuais do campus. Atelier de Projetos de Arquitetura Paisagista, Faro, 2010/2011.
- FARIA, J. *et al.* (1981), Estudo Hidroclimatológico da Região do Algarve. O Clima de Portugal, fasc. XXVII, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, pp. 155.;
- FAUSTINI, F. B., Fontes M. S. G. de C. - Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos no calçada de Batista de Carvalho em Bauru-SP, Brasil. Congresso luso-brasileiro para o planeamento urbano, regional, integrado, sustentável, Faro, 2010;
- FROTA, A. B., Shiffer, S. R. - *Manual de Conforto Térmico*. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 1988, 2001. 244p. ISBN 85-85445-39-4;
- GEIGER, R. – *Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo*. Trad. de Ivone Gouveia e Francisco Caldeira Cabral (com colaboração de A. Lobo de Azevedo). 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1990. 556p. ISBN 972-31-0522-5;
- ICNB (2007). Plano de Ordenamento do Parque Natural da Ria Formosa Vol. I Caracterização. Aspetos físicos: clima. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade, Lisboa;
- ISO 7730 (2005) – Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International organization for standardization, Geneve;

- JACINTO, J., A. – Participação Pública e Comunicação Política no Espaço Democrático Municipal. Educação e Comunicação. N.º 6, 2001. 74-96p;
- JESUS, J. de, – “*Consulta Pública – Experiência Portuguesa: actas do Seminário Participação Pública e Planeamento – Prática da Democracia Ambiental, Fundação Luso-Americana, 1996*” Lisboa: 1996. ISBN 972-97246-3-6;
- JUNIOR, N. L. de A. – *Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica*. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso. 2005. 109p. Tese de Mestrado em Física e Meio Ambiente;
- MAGALHÃES, M. R. – *A arquitectura paisagista: morfologia e complexidade*. 1ª ed. Lisboa: Editorial estampa, 2001. 525p.. ISBN 972-33-1686-2;
- MAGALHÃES, R., – “*Participação Pública e Planeamento – Prática da Democracia Ambiental: actas do Seminário Participação Pública e Planeamento – Prática da Democracia Ambiental, Fundação Luso-Americana, 1996*” Lisboa: 1996. ISBN 972-97246-3-6;
- MIRANDA, P. M. A. de – *Meteorologia e ambiente: fundamentos de meteorologia, clima e ambiente atmosférico*. 1ª ed. Lisboa: Universidade aberta, 2001. 321p. ISBN 972-674-328-1;
- MORAN, J. M., Morgan M. D. – *Essentials of weather*. 1ªed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1995. 352p. ISBN 0-02-383831-0;
- MORELLI, D. D. de O. – *Parede verdes: vegetação como qualidade ambiental no espaço construído*: Campinas: Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. 2009. 129p. Tese de Mestrado em Engenharia Civil na área de concentração de Arquitectura e Construção;
- NEWMAN, P., JENNINGS, I. – *Cities as sustainable ecosystems: principles and practices*. Washington: Island Press, 2008. 282p. ISBN – 13:978-1-59726-187-6;
- NIKOLOPOULO, M., Likoudis, S. - Thermal comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries. Building and Environmental, v. 41 (2006) 1455 – 1470;

- NIKOLOPOULOU, M. [et al.] - Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. Solar Energy, v. 70 (2001) 227 – 235p;
- NIKOLOPOULOU, M., Lykoudis S. – Use of outdoor spaces and microclimate in a Mediterranean urban area. Building and Environment, v. 42 (2007) 3691-3707p;
- NIKOLOPOULOU, M., Steemers K. – Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. Energy and Buildings, v. 35 (2003) 95-101p;
- OLGAY, Victor – *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. 1ªed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SA, 1998. 203p. ISBN 84-252-1488-2;
- OLIVEIRA S. [e tal.] – “O contributo potencial dos espaços verdes para a adaptação às alterações climáticas nas cidades: o exemplo de dois jardins de Lisboa”. I Congresso Nacional sobre Alterações Climáticas, Universidade de Aveiro, 2008, Aveiro;
- PANAGOPOULOS, Thomas, ed lit. – “Using microclimatic landscape design to create thermal comfort and energy efficiency: actas da 1ª Conferência sobre Edifícios Eficientes, Universidade do Algarve, 2008” Faro: 2008;
- PAULA, R. Z. R. – *A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído*: Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitectura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. 2004. 119p. Tese de Mestrado em Engenharia Civil, Arquitectura e Urbanismo, área de concentração em Edificações;
- PEIXOTO, J. P. – *O homem, o clima e o ambiente I: o sistema climático e as bases físicas do clima*. Lisboa: Secretaria de Estado do Ambiente e dos Recursos Naturais, 1987. vol. 1, 187p;
- PEZZUTO, C. C. – *Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos*: estudo de caso em Campinas, SP: Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitectura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas. 2007.

- 197p. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, na área de concentração Arquitectura e Construção;
- PICOT, X. - Thermal comfort in urban spaces: impact of vegetation growth, case study: Piazza della Scienza, Milan, Italy. Building and Environmental, v. 36 (2004) 329 – 334p;
 - ROMERO, M. A. B. - *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*. São Paulo: Editora Projeto, 1988. 123 p;
 - ROMERO, M. A. B. – A arquitectura bioclimática do espaço público. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001. 226p.: il. – (arquitectura e urbanismo). ISBN 85-230-0652-4;
 - SANTAMOURIS, M. [et al.] - Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece. Energy, v. 32 (2007) 1781 – 1788p;
 - SARAIVA, A., P. – *Princípios de Arquitectura Paisagista e de Ordenamento do Território*. Mirandela: João Azevedo Editor, 2005. 585p. ISBN 972-9001-71-5;
 - SCUDO, G., Dessi V. – Thermal comfort in urban space renewal. The 23rd conference on passive and low energy architecture, Geneve, Switzerland, 6-8 September 2006;
 - SILVA, F., N. da – “*Case Study – O Prolongamento da Av. Estados Unidos da América: actas do Seminário Participação Pública e Planeamento – Prática da Democracia Ambiental, Fundação Luso-Americana, 1996*” Lisboa: 1996. ISBN 972-97246-3-6;
 - SPALA, A. [et al.] - On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece. Renewable Energy, v. 33 (2008) 173 – 177p.;
 - TORRE, J. M. O. de la – *La vegetación como instrumento para el control microclimático*: Barcelona: Escola Técnica Superior d’Arquitectura de Barcelona. 1999. 287p. Tese de doutoramento em Arquitectura;

- VASCONCELOS J., Vieira R. – Contributo dos espaços verdes para o conforto bioclimático nas cidades. Congresso luso-brasileiro para o planeamento urbano, regional, integrado, sustentável, Faro, 2010;
- VIERS, G. – *Climatologia*. Trad. de Alexandre Ferrer. 2ª ed. Barcelona: oikos-tau, 1981. 309p. ISBN 84-281-0295-3;

9.2 Documentos eletrónicos

- CÂMARA DE FARO <<http://www.cm-faro.pt/89/freguesias.aspx>>;
- COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO ALGARVE <<http://www.ccdralg.pt/ccdr/index.php?module=ContentExpress&func=disdis&cece=357>>;
- COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO CENTRO <https://www.ccdrc.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=138Itemid=112&lang=pt>;
- AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE – Atlas do Ambiente <<http://sn.iamb.apambiente.pt/webatlas/>>;
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE) <http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBPUBLICACOES>;
- INSTITUTO DE METEOROLOGIA <<http://www.meteo.pt/pt/oclima/normais.clima/>>;
- NASA <http://nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2007/polar_climate.html>;
- PARTIDÁRIO, M. do R. – Impactes Ambientais – Participação Pública. Instituto Superior Técnico <<https://dspace.ist.utl.pt/bitstream/2295/305026/1/12>>;
- PROJETO RUROS <<http://alpha.cres.gr/ruros>>;
- WINDFINDER <http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_faro.htm>.

10

10. ANEXOS

10.1 Anexo 1

Quadros

Quadro I - Escala de Beaufort para estimar a velocidade do vento. Retirado de García Chavez, J.R. Fuentes Freixenet, V. 1995.

Grau	Tipo	Velocidade km/h	Efeitos sobre as pessoas	Efeitos em edifícios e vegetação
0	Calma	<1	Nenhum	Fumaça sobe na vertical
1	Brisa muito suave	1,0 - 5,0	Movimento apenas percebido devido ao esfriamento	Fumaça indica direção do vento
2	Brisa leve	6,0 - 11,0	Sente-se o vento na cara	As folhas das árvores movem
3	Brisa suave	12,0 - 19,0	O cabelo e a roupa movem-se, começa a incomodar	As folhas agitam-se
4	Brisa moderada	20,0 - 28,0	O cabelo despenteia-se, medianamente incómodo	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Brisa forte	29,0 - 38,0	A força do vento sente-se incomodamente sobre o corpo	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	Vento fresco	39,0 - 49,0	Ouve-se o vento, o cabelo voa, é difícil de caminhar	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda-chuva aberto; assobio em fios de postes
7	Vento forte	50,0 - 61,0	Caminhar contra o vento equivale a subir uma encosta de 1/7	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	Ventania	62,0 - 74,0	Caminhar contra o vento equivale a subir uma encosta de 1/5	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade em andar contra o vento; barcos permanecem nos portos
9	Ventania forte	75,0 - 88,0	As rajadas empurram, equivale a subir uma encosta de 1/4	Danos em árvores e pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	Tempestade	89,0 - 102,0	O vento impossibilita o movimento, equivale a subir a uma encosta de 1/3	Árvores arrancadas ou partidas; danos estruturais em construções

Grau	Tipo	Velocidade km/h	Efeitos sobre as pessoas	Efeitos em edifícios e vegetação
11	Tempestade violenta	103,0 - 117,0	Homens e animais são arrastados ou elevados	Estragos generalizados em construções; bosques inteiros arrancados
12	Furacão	>118,0	Destruição total	Estragos graves e generalizados em construções

Fonte: Torre, 1999

Quadro II - Características radiativas de diferentes superfícies encontradas na paisagem urbana.

Tipo de superfície	Albedo %	Emissividade %
Solos	05 - 95	90 - 98
Húmido escuro cultivado	05 - 15	
Húmido cinza	10 - 20	
Seco arenoso	25 - 35	84 - 91
Húmido arenoso	20 - 30	
Dunas de areia seca	30 - 75	90 - 99
Vegetação	05 - 30	90 - 99
Relvado	20 - 30	90 - 95
Campos verdes	03 - 15	
Campos de trigo	15 - 25	
Pradaria	10 - 30	
Chaparral	15 - 20	
Pastagens	25 - 30	
Bosque misto	05 - 20	
Caducifólias sem folhas	15	97

Tipo de superfície	Albedo %	Emissividade %
Caducifólias com folhas	20	98
Coníferas	05 - 16	97 - 98
Bosque pantanoso	12	97 - 99
Água	05 - 95	92 - 97
Altura solar alta	5	92 - 97
Altura solar baixa	95	92 - 97
Neve fresca e limpa	70 - 95	99
Neve velha	40 - 70	82
Superfícies urbanas		
Asfalto	05 - 95	95
Concreto	10 - 50	71 - 90
Ladrilho	20 - 50	90 - 92
Pedra	20 - 35	85 - 95
Pintura branca	50 - 90	85 - 95
Pintura vermelha, verde, café	20 - 35	85 - 95
Pintura negra	02 - 15	90 - 98

Fonte: Torre, 1999

Quadro III – Diferenças de temperatura num bosque de coníferas medida em Cecin, Itália.

Temperatura do ar °C

	Campo aberto	Debaixo do bosque	Diferença
Média máx. anual	32,1	28,4	-3,7
Média mín. anual	21,4	22,5	1,1
Diferença	10,7	5,9	-4,8
Oscilação máx. diária	18,5	13,5	-5,0
Oscilação mín. diária	1,0	0,3	-0,7
Diferença entre a extrema máxima e a extrema mínima, durante todo o período	27,7	24,0	-3,7

Fonte: Torre, 1999

Quadro IV – Estratégias de controlo climático atribuídas aos elementos vegetais.

		Controlo da radiação				Controlo do vento	Controlo da temperatura			
		refletida	difusa	direta	terrestre	velocidade	direção	latente	sensível	
Elementos vegetais	Árvore em grupo	simples	1, 4	1, 4	1	1, 2	5, 7	6, 8	7, 8	1, 8, 3
		múltipla	4	4	1	1, 2	5, 7	6, 8	7, 8	1, 8, 3
		sebes	1, 4	1, 4		1, 2				
		barreira	1, 4	1, 4	1	1, 2	5, 7	6, 8	7, 8	1, 8, 3
	Arvoredo	homogéneo	1, 4	1, 4	1	1, 2	5, 7	6, 8	7, 8	1, 8, 3
		heterogéneo	1, 4	1, 4	1	1, 2	5, 7	6, 8	7, 8	1, 8, 3
	Pérgola	horizontal	1, 4	1, 4	1	1, 2				1, 3
		vertical	1, 4	4	1	1, 2	5, 7	6, 8	7, 8	1, 8, 3
		inclinada	1, 4	1, 4	1	1, 2				1, 3

Cobertura vegetal	horizontal	4	4		1, 2, 3	2, 3
	vertical	4	1, 4	1	1, 2, 4 5, 6, 7	2, 4
	inclinada	4	1, 4	1	1, 2, 5 5, 6, 7	2, 5

Estratégias de Controle

- | | | | |
|---|--|---|-------------------------|
| 1 | Projeção de sombras | 5 | Obstrução do vento |
| 2 | Controlo de temp. superficial (incremento) | 6 | Deflexão do vento |
| 3 | Controlo de temp. do terreno (incremento) | 7 | Filtração do vento |
| 4 | Controlo de reflexões (incremento) | 8 | Encaminhamento do vento |

Fonte, Torre, 1999

Quadro V – Estratégias de desenho apropriadas, baseadas na orientação do espaço.

		Fachada sul		
		Verão	Primavera/ Outono	Inverno
Tempo de uso	Condições típicas	Sol: alto ao meio-dia Vento: pequeno efeito no conforto	Sol: meio do céu Vento: arrefecimento	Sol: baixo ao meio-dia Vento: grande efeito no conforto
		Manhã e meio-dia: uso passivo	Meio-dia: uso passivo ou ativo	Meio-dia: uso passivo ou ativo

Estratégias	Sol: sombra com estrutura pergolada Vento: canal para aumentar a velocidade	Sol: aberto Vento: quebra-ventos	Sol: refletor aberto e vertical Vento: quebra-vento
Prioridades	1º escudo do sol 2º adicionar vento 3º arrefecimento evaporativo	Prioridades iguais: escudo do sol e reduzir vento	1º reduzir vento 2º fornecer sol 3º condensação evaporativa

Fachada oeste

	Verão	Primavera/ Outono	Inverno
Condições típicas	Sol: baixo à tarde Vento: pequeno efeito no conforto	Sol: muito baixo à tarde Vento: arrefecimento	Sol: nenhum após o meio da tarde Vento: grande efeito no conforto
Tempo de uso	Manhã: uso passivo ou ativo	Tarde: uso passivo ou ativo	Tarde: uso ativo
Estratégias	Sol: estrutura vertical Vento: canal para aumentar a velocidade	Sol: acesso aberto Vento: quebra-ventos para oeste	Sol: refletor aberto horizontal Vento: quebra-ventos a oeste
Prioridades	1º escudo do sol 2º evitar superfícies escuras 3º arrefecimento evaporativo	Prioridades iguais: aberto ao sol e reduzir o vento	1º reduzir vento 2º fornecer acesso ao sol

Fachada norte

	Verão	Primavera/ Outono	Inverno
Condições típicas	Sol: nenhum Vento: arrefecedor	Sol: nenhum Vento: arrefecimento	Sol: nenhum Vento: grande efeito no conforto
Tempo de uso	Meio-dia: uso ativo	Meio-dia: uso muito ativo	Meio-dia: uso muito ativo
Estratégias	Sol: acesso aberto Vento: canal para aumentar	Sol: refletor vertical Vento: quebra-ventos para oeste	Sol: refletor vertical Vento: quebra-ventos a oeste
Prioridades	1º canal de vento para aumentar 2º arrefecimento evaporativo	1º reduzir vento 2º refletir sol para o espaço	1º reduzir vento 2º refletir sol para o espaço

Fachada este			
	Verão	Primavera/ Outono	Inverno
Condições típicas	Sol: baixo de manhã Vento: afeito moderado no conforto	Sol: muito baixo de manhã Vento: arrefecimento	Sol: nenhum até meio da manhã Vento: grande efeito no conforto
Tempo de uso	Todo o dia: uso passivo ou ativo	Manhã até à tarde: uso passivo ou ativo	Meio da manhã até meio-dia: uso ativo
Estratégias	Sol: acesso aberto Vento: acesso aberto	Sol: acesso aberto Vento: quebra-ventos para norte	Sol: refletor vertical Vento: quebra-ventos a norte
Prioridades	1º permitir acesso solar até meio da manhã 2º arrefecimento evaporativo	1º acesso aberto ao sol 2º Diminuir ventos de norte	1º reduzir vento de norte 2º acesso aberto ao sol

Fonte: Brown, 2010

10.2 Anexo 2

Tabelas de monitorização ambiental

- a) Sob árvore
- b) Sob arbusto
- c) Fachada virada a norte
- d) Fachada virada a sul

Inverno

Quadro I – Temperaturas dos locais de medição às 9 horas da manhã no inverno.

Inverno/Manhã 9 horas							
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	12,6	12,4	13,9	13,8	17,3	23,3	19,8
b)	12,8	12,1	13,0	13,5	15,8	19,9	19,6
c)	13,9	12,1	13,1	13,6	15,8	19,4	19,1
d)	13,3	15,6	15,0	14,1	20,0	19,5	22,6

Quadro II - Temperaturas dos locais de medição às 12 horas no inverno.

Inverno/Meio-dia 12 horas							
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	14,4	15,0	17,5	15,5	19,0	21,1	20,2
b)	14,5	16,3	18,8	15,0	22,1	22,5	22,4
c)	15,0	15,1	17,7	15,6	19,9	21,5	20,5
d)	16,0	18,6	24,4	16,1	22,9	26,1	26,9

Quadro III - Temperaturas dos locais de medição às 12 horas no inverno.

Inverno/Tarde 17 horas							
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	14,3	14,1	18,3	17,1	19,3	20,8	19,5
b)	14,2	15,2	20,0	17,8	20,1	21,3	22,8
c)	14,8	14,6	18,6	17,9	19,1	21,4	20,3
d)	15,4	14,7	21,9	17,8	20,7	22,4	20,3

Quadro IV – Média de temperaturas para cada ponto em cada dia de medição no inverno.

	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	13,8	13,8	16,6	15,5	18,5	21,7	19,8
b)	13,8	14,5	17,2	15,4	19,3	21,2	21,6
c)	14,3	13,9	16	14,9	18,3	20,7	20,4
d)	14,9	16,3	20,4	16	21,2	22,7	23,3

Primavera

Quadro V - Temperaturas dos locais de medição às 9 horas da manhã na primavera.

Primavera/Manhã 9 horas							
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	23,7	20,1	21,3	22,6	22,5	22,3	22,1
b)	23,9	20,3	21,6	22,9	22,6	23,0	22,1
c)	25,8	20,3	22,3	24,6	23,3	24,1	23,9
d)	23,3	20,8	22,4	22,5	23,4	22,6	22,0

Quadro VI - Temperaturas dos locais de medição às 12 horas na primavera.

Primavera/Meio-dia 12 horas							
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	24,3	21,0	25,5	24,7	24,5	23,8	23,3
b)	24,8	22,1	25,6	25,1	25,6	24,0	23,5
c)	24,7	22,3	27,1	25,9	26,9	24,3	24,3
d)	28,4	22,9	29,8	28,2	27,8	27,1	27,6

Quadro VII - Temperaturas dos locais de medição às 17 horas na primavera.

Primavera/Tarde 17 horas							
	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	24,1	19,3	24,6	23,8	23,7	23,9	22,1
b)	25,3	20,1	26,0	25,9	26,0	25,4	23,3
c)	24,5	19,1	26,1	24,7	25,6	24,3	23,1
d)	28,0	20,7	28,3	26,5	26,3	26,0	24,0

Quadro VIII - Média de temperaturas para cada ponto em cada dia de medição na primavera.

	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	24	20,1	23,8	23,7	23,6	23,3	22,5
b)	24,7	20,8	24,4	24,6	24,7	24,1	23
c)	25	20,6	25,2	25,1	25,3	24,2	23,8
d)	26,6	21,5	26,8	25,7	25,8	25,2	24,5

Verão

Quadro IX - Temperaturas dos locais de medição às 9 horas da manhã no verão.

		Verão/Manhã 9 horas						
		dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)		27,1	25,7	27,2	24,0	23,9	24,2	23,0
b)		26,4	25,0	27,8	23,6	23,2	23,9	22,7
c)		26,4	25,1	27,2	22,6	22,4	23,1	21,6
d)		25,1	24,5	25,6	21,8	21,5	22,5	21,7

Quadro X - Temperaturas dos locais de medição às 12 horas no verão.

		Verão/Meio-dia 12 horas						
		dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)		28,0	29,4	29,8	27,1	26,8	27,3	26,1
b)		28,8	29,4	29,9	27,4	27,0	27,5	26,5
c)		28,9	29,6	30,4	27,9	27,6	28,2	26,8
d)		30,7	31,2	32,8	29,3	28,8	29,8	29,1

Quadro XI - Temperaturas dos locais de medição às 17 horas no verão.

		Verão/Tarde 17 horas						
		dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)		28,2	29,5	30,1	27,4	27,1	27,5	26,7
b)		30,3	30,8	31,4	27,2	26,9	27,1	26,2
c)		29,8	30,4	31,1	28,8	28,5	29,1	28,1
d)		32,1	32,8	33,5	30,4	29,9	31,0	30,0

Quadro XII - Média de temperaturas para cada ponto em cada dia de medição no verão.

	dia 1	dia 2	dia 3	dia 4	dia 5	dia 6	dia 7
a)	27,8	28,2	29,0	26,2	25,9	26,3	25,3
b)	28,5	28,4	29,7	26,1	25,7	26,2	25,1
c)	28,4	28,4	29,6	26,4	26,2	26,8	25,5
d)	29,3	29,5	30,6	27,2	26,7	27,8	26,9

Inverno, primavera e verão**Quadro XIII – Média de temperaturas para cada ponto em cada estação.**

	Inverno	Primavera	Verão
a)	17,1	23	27
b)	17,6	23,8	27,1
c)	16,9	24,2	27,3
d)	19,3	25,2	28,3

Quadro XIV - Média de temperaturas para cada hora em cada estação.

	Inverno	Primavera	Verão
9 horas	16,0	22,6	24,2
12 horas	19,0	25,2	28,6
17 horas	18,4	24,3	29,4

Quadro XV – Média de temperaturas para os pontos com vegetação e sem ela (fachada norte e sul) em cada estação.

	Inverno	Primavera	Verão
Com vegetação	17,4	23,4	27
Fachada norte	16,9	24,2	27,3
Fachada sul	19,3	25,2	28,3

Quadro XVI – Média de temperaturas para todas as estações e pontos nas diferentes horas registradas.

9h	12h	17h
20,7	22,7	22,7

10.3 Anexo 3

Questionários

Quadro I – Questionário de Inverno.

Questões	Observações	Num.	%
1. Grupo etário	18-24	11	100,00%
2. Sexo	Feminino	5	45,45%
	Masculino	6	54,55%
3. Nacionalidade	Cabo verde	1	9,09%
	Portuguesa	10	90,91%
4. Naturalidade	Bermudas	1	9,09%
	Cabo verde	1	9,09%
	Faro	2	18,18%
	Lisboa	2	18,18%
	Marinha Grande	1	9,09%
	Olhão	2	18,18%
	Portimão	1	9,09%
	S.Brás de Alportel	1	9,09%
5. Área Residencial	Faro	6	54,55%
	Olhão	1	9,09%
	Portimão	1	9,09%
	Quarteira	2	18,18%
	S.Brás de Alportel	1	9,09%
6. Nível educacional	Ensino superior	0	0,00%
	Ensino secundário	11	100,00%
7. É um	Estudante	11	100,00%
	Trabalhador	0	0,00%

Questões	Observações	Num.	%
8. Área Profissional	Arq. paisagista	3	27,27%
	Biologia	1	9,09%
	Bioquímica	1	9,09%
	Biotecnologia	1	9,09%
	Engenharia biológica	1	9,09%
	Gestão de empresas	1	9,09%
	Línguas e comunicação	1	9,09%
	Património cultural	1	9,09%
	Sociologia	1	9,09%
9. Vestuário (mais de uma resposta por pessoa)	T-shirt	7	63,63%
	Camisola M/Comp	3	27,27%
	Camisola M/Curta	1	9,09%
	Saia	1	9,09%
	Jeans	10	90,90%
	Casaco algodão	2	18,18%
	Óculos de sol	4	36,36%
10. Acha que está:	Muito frio	0	0,00%
	Frio	5	45,45%
	Nem frio nem calor	5	45,45%
	Calor	1	9,09%
	Muito calor	0	0,00%
11. O que acha do sol neste momento:	Preferia mais	2	18,18%
	OK	8	72,72%
	Demasiado sol	1	9,09%
12. O que acha do vento:	Parado	0	0,00%
	Pouco vento	3	27,27%
	OK	6	54,54%
	Ventoso	2	18,18%
	Demasiado vento	0	0,00%
13. O que acha da humidade:	Húmido	2	18,18%
	OK	8	72,72%
	Seco	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
14. Está se sentindo confortável:	Sim	8	72,72%
	Não	3	27,27%
15. O que acha da luminosidade deste espaço:	Muito escuro	0	0,00%
	Escuro	1	9,09%
	Nem escuro nem claro	1	9,09%
	Claro	8	72,72%
	Muito claro	1	9,09%
16. Existe alguma superfície que aparente sobressair mais do que as restantes (mais de uma resposta por pessoa):	Solo ou pavimento	5	45,45%
	Edifícios circundantes	2	18,18%
	Vegetação	3	27,27%
	Mobiliário urbano	1	9,09%
	O céu	0	0,00%
17. Qual a sua sensação em relação ao nível de som deste espaço:	Muito sossegado	2	18,18%
	Sossegado	8	72,72%
	Nem sossegado nem barulhento	1	9,09%
	Barulhento	0	0,00%
	Demasiado Barulhento	0	0,00%
18. Porque veio aqui:	Passagem	11	100,00%
19. Onde estava antes de vir para aqui:	Interior edifício	10	90,90%
	Autocarro	1	9,09%
20. Com que frequência usa este espaço:	1 vez por dia	5	45,45%
	2 vezes por dia	2	18,18%
	3 vezes por dia	1	9,09%
	4 vezes por dia	1	9,09%
	3 vezes por semana	2	18,18%

Questões	Observações	Num.	%
21. Existe algo que não goste neste espaço (mais de uma resposta por pessoa)	Não respondeu	3	27,27%
	Mobiliário Urbano	1	9,09%
	Pavimento	3	27,27%
	Degradação dos edifícios	1	9,09%
	Espaço em terra	1	9,09%
	Falta de sombras	1	9,09%
	Falta vegetação	1	9,09%
	Falta locais de estadia	2	18,18%
	Pouco aproveitado	1	9,09%
22. Para que serve atualmente este espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	Passagem	6	54,54%
	Lazer/convívio	1	9,09%
23. Qual a possível utilização deste espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	De passagem apenas	4	36,36%
	Para relaxar do stresse	4	36,36%
	Para sentar e estudar	2	18,18%
	Para conviver com os amigos	3	27,27%
	Para apanhar ar fresco	2	18,18%
	Para olhar a paisagem agradável	0	0,00%
24. Gostaria de uma área relvada nesta local:	Sim	6	54,54%
	Não	5	45,45%
25. Usaria:	Sim	6	54,54%
	Não	5	45,45%
26. Acha que a existência de água tornaria o espaço mais agradável:	Sim	10	90,90%
	Não	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
27. Acha que uma esplanada junto ao bar da cantina seria utilizada:	Sim	10	90,90%
	Não	1	90,90%
28. O que gostaria de ver neste espaço (mais de uma resposta por pessoa):	Nada	2	18,18%
	Mais vegetação	3	27,27%
	Esplanada	4	36,36%
	Mais mobiliário urbano	2	18,18%
	Espaço agradável para estadia/lazer	3	27,27%
Preencher de acordo com a opinião			
29. Árvores	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	0	0,00%
	Mais ou menos	2	18,18%
	Gosta	7	63,63%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	2	18,18%
30. Arbustos	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	3	27,27%
	Gosta	6	54,54%
	Gosta muito	1	9,09%
	Excelente	0	0,00%
31. Espaço em terra batida/prado	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	5	45,45%
	Mais ou menos	3	27,27%
	Gosta	2	18,18%
	Gosta muito	1	9,09%
	Excelente	0	0,00%
32. Pavimento	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	2	18,18%
	Mais ou menos	7	63,63%
	Gosta	2	18,18%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%

Questões	Observações	Num.	%
33. Edifícios	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	0	0,00%
	Mais ou menos	7	63,63%
	Gosta	4	36,36%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%
34. Mobiliário urbano	Não gosta	4	36,36%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	3	27,27%
	Gosta	2	18,18%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	1	9,09%

Quadro II – Questionário de Primavera

Questões	Observações	Num.	%
1. Grupo etário	18-23	9	81,81%
	25-34	2	18,18%
2. Sexo	Feminino	6	54,55%
	Masculino	5	45,45%
3. Nacionalidade	Portuguesa	10	90,91%
	Romena	1	9,09%
4. Naturalidade	Albufeira	1	9,09%
	Abrantes	1	9,09%
	Beja	1	9,09%
	Leiria	1	9,09%
	Faro	2	18,18%
	Lisboa	1	9,09%
	Odemira	1	9,09%
	Arraiolos	1	9,09%
	Portimão	1	9,09%
	Quarteira	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
5. Área Residencial	Faro	8	72,72%
	Almancil	1	9,09%
	Albufeira	1	9,09%
	S.Bartolomeu Messines	2	18,18%
6. Nível educacional	Ensino superior	2	18,18%
	Ensino secundário	9	81,81%
7. É um:	Estudante	9	81,81%
	Trabalhador	2	18,18%
8. Área Profissional	Economia	3	27,27%
	Gestão	1	9,09%
	Professor	1	9,09%
	Ciências farmacêuticas	3	9,09%
	Engenharia eletrónica e telecomunicações	1	9,09%
	Arqueologia	1	9,09%
	Relações Internacionais	1	9,09%
9. Vestuário (mais de uma resposta por pessoa)	T-shirt	7	63,63%
	Camisola S/M	1	9,09%
	Camisola M/Comp	1	9,09%
	Camisola M/Curta	2	18,18%
	Calções	2	18,18%
	Calças	3	27,27%
	Jeans	6	54,55%
	Casaco algodão	2	18,18%
	Óculos de sol	2	18,18%
10. Acha que está:	Muito frio	0	0,00%
	Frio	0	0,00%
	Nem frio nem calor	3	27,27%
	Calor	6	54,55%
	Muito calor	2	18,18%

Questões	Observações	Num.	%
11. O que acha do sol neste momento:	Preferia mais	2	18,18%
	OK	8	72,72%
	Demasiado sol	1	9,09%
12. O que acha do vento:	Parado	0	0,00%
	Pouco vento	3	27,27%
	OK	5	45,55%
	Ventoso	3	27,27%
	Demasiado vento	0	0,00%
13. O que acha da humidade:	Húmido	0	0,00%
	OK	4	36,36%
	Seco	7	63,63%
14. Está se sentindo confortável:	Sim	11	100,00%
	Não	0	0,00%
15. O que acha da luminosidade deste espaço:	Muito escuro	0	0,00%
	Escuro	0	0,00%
	Nem escuro nem claro	3	27,27%
	Claro	5	45,55%
	Muito claro	3	27,27%
16. Existe alguma superfície que aparente sobressair mais do que as restantes (mais de uma resposta por pessoa):	Solo ou pavimento	0	0,00%
	Edifícios circundantes	3	27,27%
	Vegetação	8	72,72%
	Mobiliário urbano	0	0,00%
	O céu	0	0,00%
17. Qual a sua sensação em relação ao nível de som deste espaço:	Muito sossegado	1	9,09%
	Sossegado	10	90,91%
	Nem sossegado nem barulhento	0	0,00%
	Barulhento	0	0,00%
	Demasiado Barulhento	0	0,00%
18. Porque veio aqui:	Passagem	10	90,91%
	Visita	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
19. Onde estava antes de vir para aqui:	Interior edifício	10	90,91%
	Carro	1	9,09%
20. Com que frequência usa este espaço:	1 vez por dia	1	9,09%
	2 vezes por dia	4	36,36%
	1 vezes por semana	1	9,09%
	2 vezes por semana	2	18,18%
	3 vezes por semana	1	9,09%
	4 vezes por semana	1	9,09%
	5 vezes por ano	1	9,09%
21. Existe algo que não goste neste espaço (mais de uma resposta por pessoa)	Não	7	63,63%
	Pavimento	1	9,09%
	Falta vegetação	2	18,18%
	Pouco aproveitado	1	9,09%
22. Para que serve atualmente este espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	Passagem	9	81,81%
	Lazer/convívio	2	18,18%
23. Qual a possível utilização deste espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	De passagem apenas	2	18,18%
	Para relaxar do stresse	3	27,27%
	Para sentar e estudar	2	18,18%
	Para conviver com os amigos	6	54,55%
	Para apanhar ar fresco	3	27,27%
	Para olhar a paisagem agradável	1	9,09%
24. Gostaria de uma área relvada nesta local:	Sim	8	72,72%
	Não	2	18,18%
	Talvez	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
25. Usaria:	Sim	7	63,63%
	Não	3	27,27%
	Talvez	1	9,09%
26. Acha que a existência de água tornaria o espaço mais agradável:	Sim	10	90,91%
	Não	1	9,09%
27. Acha que uma esplanada junto ao bar da cantina seria utilizada:	Sim	11	100,00%
	Não	0	0,00%
28. O que gostaria de ver neste espaço (mais de uma resposta por pessoa):	Nada	2	18,18%
	Mais vegetação	1	9,09%
	Esplanada	1	9,09%
	Mais mobiliário urbano	4	36,36%
	Espaço agradável para estadia/lazer	1	9,09%
	Espaço mais aproveitado e bonito	2	18,18%
	Água	3	27,27%
	Relvado	1	9,09%
Preencher de acordo com a opinião.			
29. Árvores	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	1	9,09%
	Gosta	6	54,55%
	Gosta muito	2	18,18%
	Excelente	1	9,09%
30. Arbustos	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	3	27,27%
	Mais ou menos	3	27,27%
	Gosta	4	36,36%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
31. Espaço em terra batida/prado	Não gosta	1	9,09%
	Gosta pouco	3	27,27%
	Mais ou menos	5	45,55%
	Gosta	2	18,18%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%
32. Pavimento	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	3	27,27%
	Mais ou menos	6	54,55%
	Gosta	2	18,18%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%
33. Edifícios	Não gosta	0	0,00%
	Gosta pouco	0	0,00%
	Mais ou menos	4	36,36%
	Gosta	7	63,63%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%
34. Mobiliário urbano	Não gosta	1	9,09%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	7	63,63%
	Gosta	2	18,18%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%

Quadro III – Questionário de Verão.

Questões	Observações	Num.	%
1. Grupo etário	18-23	9	81,81%
	25-34	2	18,18%
2. Sexo	Feminino	8	72,72%
	Masculino	3	27,27%

Questões	Observações	Num.	%
3. Nacionalidade	Portuguesa	10	90,91%
	Brasileira	1	9,09%
4. Naturalidade	S.Brás de Alportel	5	45,45%
	Marinha-Grande	1	9,09%
	Rep. Do Zimbabwe	1	9,09%
	Brasil	1	9,09%
	Coimbra	1	9,09%
	Faro	1	9,09%
	Quarteira	1	9,09%
5. Área Residencial	Faro	1	9,09%
	Quarteira	3	27,27%
	Olhão	1	9,09%
	Vilamoura	1	9,09%
	S.Brás de Alportel	5	45,45%
6. Nível educacional	Ensino superior	6	54,54%
	Ensino secundário	5	45,45%
7. É um:	Estudante	11	100,00%
	Trabalhador	1	9,09%
8. Área Profissional	Arquitetura Paisagista	4	36,36%
	Advocacia	1	9,09%
	Ciência Biomédicas	2	18,18%
	Engenharia de Produção	1	9,09%
	Engenharia Biológica	1	9,09%
	Biologia	3	27,27%

Questões	Observações	Num.	%
9. Vestuário (mais de uma resposta por pessoa):	T-shirt	3	27,27%
	Camisola S/M	4	36,36%
	Camisola M/Curta	3	27,27%
	Calções	4	36,36%
	Calças	1	9,09%
	Jeans	5	45,45%
	Casaco algodão	1	9,09%
	Vestido	1	9,09%
	Óculos de sol	3	27,27%
10. Acha que está:	Muito frio	0	0,00%
	Frio	0	0,00%
	Nem frio nem calor	0	0,00%
	Calor	2	18,18%
	Muito calor	9	81,81%
11. O que acha do sol neste momento:	Preferia mais	0	0,00%
	OK	3	27,27%
	Demasiado sol	8	72,72%
12. O que acha do vento:	Parado	1	9,09%
	Pouco vento	6	54,54%
	OK	3	27,27%
	Ventoso	1	9,09%
	Demasiado vento	0	0,00%
13. O que acha da humidade:	Húmido	0	0,00%
	OK	4	36,36%
	Seco	7	63,63%
14. Está se sentindo confortável:	Sim	6	54,54%
	Não	5	45,45%

Questões	Observações	Num.	%
15. O que acha da luminosidade deste espaço:	Muito escuro	0	0,00%
	Escuro	0	0,00%
	Nem escuro nem claro	1	9,09%
	Claro	7	63,63%
	Muito claro	4	36,36%
16. Existe alguma superfície que aparente sobressair mais do que as restantes (mais de uma resposta por pessoa):	Solo ou pavimento	3	27,27%
	Edifícios circundantes	5	45,45%
	Vegetação	3	27,27%
	Mobiliário urbano	0	0,00%
	O céu	0	0,00%
17. Qual a sua sensação em relação ao nível de som deste espaço:	Muito sossegado	2	18,18%
	Sossegado	7	63,63%
	Nem sossegado nem barulhento	2	18,18%
	Barulhento	0	0,00%
	Demasiado Barulhento	0	0,00%
18. Porque veio aqui:	Passagem	10	90,91
	Estudar	1	9,09%
19. Onde estava antes de vir para aqui:	Interior edifício	10	90,91%
	Autocarro	1	9,09%
20. Com que frequência usa este espaço:	1 vez por dia	1	9,09%
	2 vezes por dia	3	27,27%
	3 vezes por dia	1	9,09%
	1 vezes por semana	1	9,09%
	3 vezes por semana	1	9,09%
	4 vezes por semana	2	9,09%
	1 vez por mês	1	9,09%

Questões	Observações	Num.	%
21. Existe algo que não goste neste espaço (mais de uma resposta por pessoa)	Não	1	9,09%
	Excesso de pavimento	3	27,27%
	Falta vegetação	2	18,18%
	Mobiliário urbano	3	27,27%
	Disposição da vegetação	1	9,09%
	Espaço aberto	2	18,18%
	Muitos insetos	1	9,09%
	Falta mobiliário urbano	2	18,18%
22. Para que serve atualmente este espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	Passagem	9	81,81%
	Lazer/convívio	2	18,18%
	Nada	1	9,09%
23. Qual a possível utilização deste espaço na sua opinião (mais de uma resposta por pessoa):	De passagem apenas	4	36,36%
	Para relaxar do stresse	2	18,18%
	Para sentar e estudar	2	18,18%
	Para conviver com os amigos	7	63,63%
	Para apanhar ar fresco	7	63,63%
	Para olhar a paisagem agradável	1	9,09%
24. Gostaria de uma área relvada nesta local:	Sim	10	90,90%
	Não	1	9,09%
25. Usaria:	Sim	9	81,81%
	Não	1	9,09%
	Talvez	1	9,09%
26. Acha que a existência de água tornaria o espaço mais agradável:	Sim	10	90,90%
	Talvez	1	9,09%
27. Acha que uma esplanada junto ao bar da cantina seria utilizada:	Sim	9	81,81%
	Não	2	18,18%

Questões	Observações	Num.	%
28. O que gostaria de ver neste espaço (mais de uma resposta por pessoa):	Menos pavimento	1	9,09%
	Mais vegetação	10	90,90%
	Esplanada	1	9,09%
	Mais mobiliário urbano	7	63,63%
	Água	1	9,09%
	Sombra	7	63,63%
	Relvado	1	9,09%
Preencher de acordo com a opinião.			
29. Árvores	Não gosta	1	9,09%
	Gosta pouco	0	0,00%
	Mais ou menos	2	18,18%
	Gosta	0	0,00%
	Gosta muito	5	45,45%
	Excelente	3	27,27%
30. Arbustos	Não gosta	1	9,09%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	2	18,18%
	Gosta	5	45,45%
	Gosta muito	2	18,18%
	Excelente	0	0,00%
31. Espaço em terra batida/prado	Não gosta	4	36,36%
	Gosta pouco	2	18,18%
	Mais ou menos	4	36,36%
	Gosta	1	9,09%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%
32. Pavimento	Não gosta	2	18,18%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	5	45,45%
	Gosta	3	27,27%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%

Questões	Observações	Num.	%
33. Edifícios	Não gosta	1	9,09%
	Gosta pouco	1	9,09%
	Mais ou menos	4	36,36%
	Gosta	4	36,36%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	1	9,09%
34. Mobiliário urbano	Não gosta	3	27,27%
	Gosta pouco	2	18,18%
	Mais ou menos	2	18,18%
	Gosta	4	36,36%
	Gosta muito	0	0,00%
	Excelente	0	0,00%

10.4 Anexo 4

Diagrama

Make it feel cooler ← → Make it feel warmer

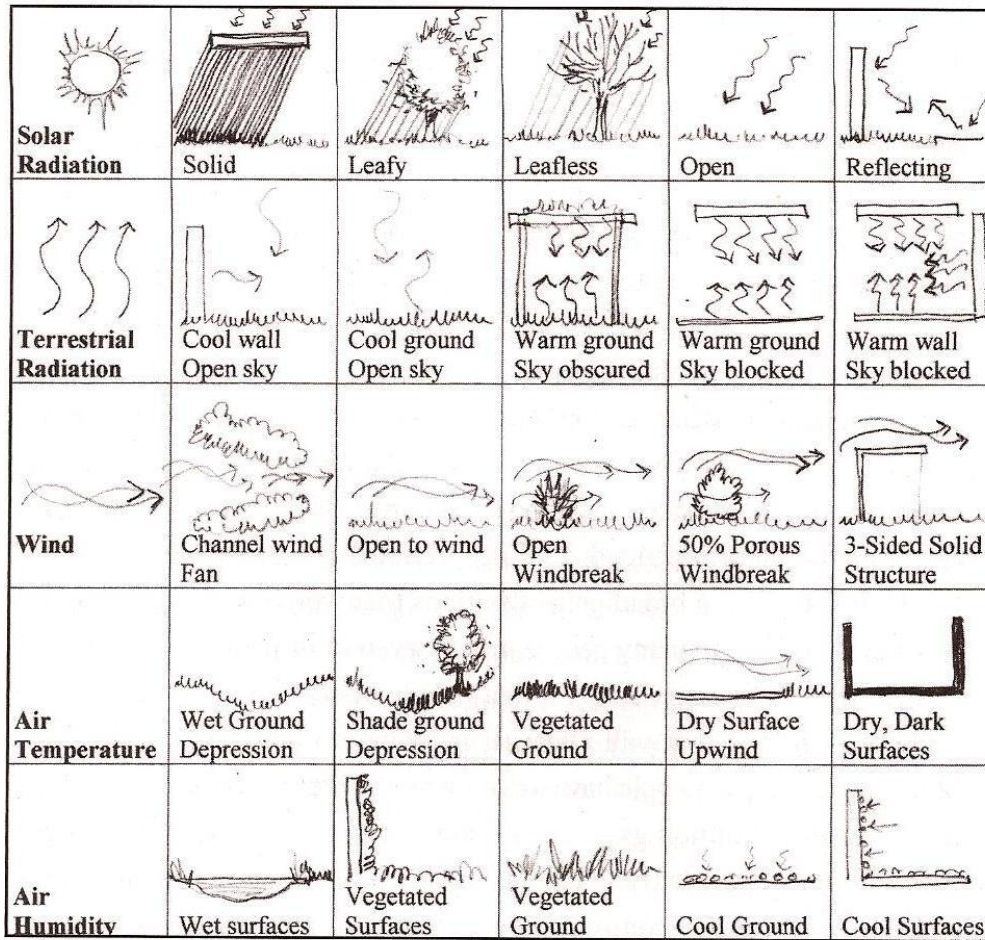


Figura I – Diagrama de como os microclimas de cada local podem ser modificados. Fonte: Brown, 2010.

10.5 Anexo 5

Proposta – Estudo prévio