

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Bruno Filipe Gomes Mendes

Análise e Conforto Térmico em Praças



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Bruno Filipe Gomes Mendes

Análise e Conforto Térmico em Praças

Dissertação de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia Civil

Trabalho realizado sob orientação da
**Professora Doutora Júlia Maria Brandão Barbosa
Lourenço**

outubro de 2013

Nome

Bruno Filipe Gomes Mendes

Endereço electrónico: brunomendes79@gmail.com

Telefone: 965020690

Número do Bilhete de Identidade: 11566141

Título dissertação

Análise e Conforto Térmico em Praças

Orientadora:

Professora Doutora Júlia Maria Brandão Barbosa Lourenço

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado:

Mestrado Integrado em Engenharia Civil

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, ___ / ___ / _____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação marca o fim de uma importante etapa da minha vida. Gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram de forma decisiva para a sua concretização.

A Professora Doutora Júlia Lourenço, orientadora da dissertação, agradeço o apoio, a partilha do saber, pelos conselhos e o modo como sempre me apoiou e incentivou e especialmente a paciência e simpatia com que sempre me recebeu.

Aos meus pais e irmã, pelo estímulo e apoio incondicional desde a primeira hora, pela paciência e grande amizade com que sempre me ouviram e sensatez com que sempre me ajudaram.

Por último à minha querida mulher, Sónia Barbosa, pelo incentivo, compreensão, paciência, encorajamento e por estar sempre presente nos momentos mais importantes da minha vida.

RESUMO

O clima urbano resulta das alterações do clima local por meio de condições particulares do ambiente urbano, nomeadamente a rugosidade do tecido urbano, os níveis de ocupação e as características térmicas dos materiais que as compõe. É característico das grandes cidades e corresponde às particularidades do clima local da região onde se encontra, no entanto, alteradas localmente pela ação do Homem. O conforto nos espaços públicos em geral, é fundamental para que estes sejam ocupados, pois estes devem contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos habitantes de uma cidade devendo ser projetados numa perspetiva de lazer e descanso. Este conforto pode ser conseguido através de várias estratégias para reduzir as elevadas temperaturas, nomeadamente pela arborização e introdução de espaços verdes, pela alteração dos pavimentos, elementos de água e pela estruturação da malha urbana.

Tal como é abordado, os espaços públicos pertencem a todos e devem funcionar como suporte para uma série de atividades e eventos, devem ser espaços onde os cidadãos possam agir com liberdade e de forma espontânea. Existem, no entanto, e em grande proporção, espaços que não preenchem estes requisitos, locais amorfos e desinteressantes para os utilizadores onde estes não se sentem confortáveis principalmente em época estival. Assim, na intenção de atribuir maior conforto térmico aos locais de uso público, foram, nas últimas duas décadas, criados mecanismos de minimização das amplitudes térmicas em espaços demasiadamente expostos à incidência solar, nomeadamente estruturas associadas à água e à sombra.

A análise da Praça da Justiça em Braga permitiu concluir que se trata de um espaço onde não se verifica a otimização do conforto térmico pois poucos são os seus utilizadores permanentes, embora se verifique um elevado número de utilizadores em movimento segundo as contagens efetuadas. Os resultados térmicos obtidos neste estudo justificam a escassez de pessoas que aqui se concentram para usufruir deste espaço pois as temperaturas são extremamente elevadas. Estas condições associadas ao facto de este se tratar de um espaço destinado aos serviços, fazem desta Praça um local pouco atrativo. São analisados e descritos soluções possíveis, principalmente através da implementação de estruturas de sombra, pois a plantação de árvores de grande porte não é viável considerando que esta Praça se situa sobre um parque de estacionamento subterrâneo.

ABSTRACT

The urban climate results from changes in the local climate by particular conditions of the urban environment, such as the roughness of the urban fabric, occupancy levels and thermal characteristics of the materials that composes it. It features large cities and corresponds to the characteristics of the local climate where the region is, however, altered locally by the action of man.

The comfort in public spaces in general is essential for the occupancy, because a public space must contribute for improving the quality of life of the inhabitants of a city, and should be designed from a perspective of leisure and rest. This comfort can be achieved through a variety of strategies to reduce high temperatures, especially like forestation and introduction of green spaces, by changing the flooring, water elements and the structuring of the urban fabric.

As discussed, public spaces belong to everyone and should act as support for a range of activities and events, should be spaces where citizens can act freely and spontaneously. There are, however, in a large extent, spaces that do not meet these requirements, amorphous and unattractive places for users where they do not feel comfortable, especially in summer. So, intending to give greater thermal comfort to places of public use, there were created mechanisms in the last two decades for minimizing temperature variations in spaces too exposed to sunlight, such as structures associated with water and shade.

The analysis of the "Praça da Justiça" in Braga, shows a space where the optimization of thermal comfort is not verified, because few are its permanent users, although the high number of users on the move. In reality, due to the thermal results obtained in this study, few are the people who gathered here quietly and enjoy the space because the temperatures are extremely high.

These conditions associated with the fact that it is a space for services, make this square a unattractive place.

There are however possible solutions, primarily through the implementation of shade structures, because planting large trees is not feasible considering that this square is located over an underground parking.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Âmbito do estudo.....	1
1.2. Motivação.....	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Descrição de tarefas – Metodologia aplicada.....	3
1.5. Estrutura da Dissertação.....	4
2. CLIMA URBANO.....	7
2.1. Introdução.....	7
2.2. Evolução Histórica.....	7
2.3. Importância do CONFORTO TÉRMICO em espaços públicos	9
2.4. Desempenho térmico nos centros urbanos	10
2.5. Estratégia para Reduzir a Temperatura	12
2.5.1. Arborização.....	12
2.5.2. Tipos de pavimento	14
2.5.3. Orientação da malha Urbana / Ventilação.....	14
2.6. Conceitos de CONFORTO TÉRMICO.....	15
2.7. Trocas de Calor entre o Corpo Humano e o Ambiente.....	16
2.7.1. Formas possíveis de transferência de calor entre o Homem e o meio ambiente:.....	16
2.8. Fatores que influenciam a sensação de CONFORTO TÉRMICO	18
2.8.1. Variáveis individuais	18
2.8.2. Variáveis Ambientais.....	19
2.9. Síntese	20
3. ELEMENTOS DE CONFORTO TÉRMICO EM PRAÇAS.....	21
3.1. Introdução.....	21
3.2. Elementos de Água.....	21
3.3. Elementos de Sombra	26
3.4. Elementos Mistos	28
3.5. Síntese	34

4. ESTUDO DO CASO: Praça da Justiça - Braga	35
4.1. Introdução	35
4.2. Clima na Cidade de Braga	35
4.3. Objetivos.....	36
4.4. Metodologia de Análise.....	36
4.5. Praça da Justiça – Braga.....	37
4.6. Temperatura e velocidade do vento in loco.....	40
4.7. Circulação de veículos por períodos do dia	46
4.8. Características dos Utilizadores.....	47
4.9. Síntese.....	49
5. Considerações Finais	51
5.1. Conclusões	51
5.2. Sugestões possíveis a desenvolver futuramente na Praça da Justiça em Braga	52
Referências bibliográficas	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da Dissertação.....	5
Figura 2 - Benefícios da Arborização Urbana numa Cidade.....	13
Figura 3 - Estruturas de água Chelsea River Gallery.....	22
Figura 4 - Estruturas de água San José na Califórnia	23
Figura 5 - Cone de água Seattle.....	23
Figura 6 - Cones de água EXPO 98 – Lisboa	24
Figura 7 - Cones de água EXPO 98 – Lisboa	25
Figura 8 - Coluna de água EXPO 98 – Lisboa	25
Figura 9 - Estruturas suspensas EXPO 98 – Lisboa.....	26
Figura 10 - Dorset Square - Austrália	27
Figura 11 - Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore de AR.....	29
Figura 12 - Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore LUDICA.....	29
Figura 13 - Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore LUDICA.....	30
Figura 14 - Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore MEDIA.....	30
Figura 15 - Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore MEDIA.....	31
Figura 16 - Lago - Getty Center , Los Angeles.....	32
Figura 17 - Área pedonal - Getty Center , Los Angeles.....	33
Figura 18 - Área pedonal - Getty Center , Los Angeles.....	33
Figura 19 - Identificação da área de estudo	37

Figura 20- Zonamento das áreas verdes.....	38
Figura 21- Praça da Justiça em Braga.....	39
Figura 22- Mapa de identificação dos pontos alvo de medição de temperatura e velocidade do vento	40
Figura 23- Termo anemómetro e sua utilização.....	41
Figura 24- Fonte existente na Praça da Justiça	42
Figura 25- Pavimento existente na Praça da Justiça	43
Figura 26- Áreas verdes na Praça da Justiça.....	44
Figura 27- Áreas verdes na Praça da Justiça.....	44
Figura 28- Parque Infantil existente na Praça da Justiça.....	45
Figura 29- Esplanada existente na Praça da Justiça	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Registos de Temperatura e Velocidade do Vento nos vários pontos de medição	41
Tabela 2- Resultados da medição do número de veículos na Praça da Justiça	46
Tabela 3- Resultados da medição de algumas características dos utilizadores da Praça da Justiça no período das 10:00 às 11:00 horas	47
Tabela 4 - Resultados da medição de algumas características dos utilizadores da Praça da Justiça no período das 12:00 às 13:00 horas	48
Tabela 5- Resultados da medição de algumas características dos utilizadores da praça da Justiça no período das 14:00 às 15:00 horas.....	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Gráfico que traduz as temperaturas médias máxima, mensal e mínima da cidade de Braga.....	35
---	----

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito do estudo

Os espaços públicos são essenciais à paisagem urbana, pois a vitalidade de uma cidade deve-se, em parte, à quantidade e qualidade desses espaços públicos.

Estes mesmos espaços podem contribuir para a melhoria de qualidade climática urbana, diminuindo os efeitos causados pela urbanização como, por exemplo, o aumento da temperatura do ar.

As praças são o ex-líbris da convivência humana em espaços inseridos nas grandes metrópoles. Normalmente constituídas por diferentes materiais, por mobiliário específico e por grandes espaços preenchidos por vegetação, estes podem caracterizar-se pelo desenvolvimento de diversas atividades e funções.

Atualmente estes espaços são planeados em função dos seus utilizadores. Os materiais utilizados, a vegetação escolhida e as estruturas de suporte à atividade humana são pensados cuidadosamente de forma a condicionar de forma positiva o ambiente envolvente.

Transversal ao tempo, mantem-se o conceito de que a vegetação constitui um importante elemento a ser utilizado nestes locais, o sombreamento que proporciona em espaços que constituem as praças permitem uma redução significativa da temperatura do ar e podem também modificar a velocidade e a direção dos ventos influenciando a sensação de conforto dos utilizadores.

Na maioria das vezes a frequência de utilizadores nestes espaços depende da sua qualidade térmica, visto que estes aproveitam os espaços mais frescos nos horários mais quentes do dia, situação pela qual se considera fundamental haver sombras para proporcionar lugares de repouso e passagem com condições térmicas agradáveis.

1.2. Motivação

A dissertação em causa deve-se a variadas motivações.

Sendo utilizador assíduo da Praça da Justiça em Braga, a principal motivação que me moveu, foi o tentar perceber quais os motivos que fazem com que este espaço público tenha tão baixos níveis de utilizadores permanentes, principalmente quando se trata do único espaço, minimamente ajardinado e onde se verifica a existência de um parque infantil.

Este espaço, pouco utilizado levou-me a estudá-lo ao pormenor para perceber se os seus níveis de utilização são realmente baixos durante o dia ou se existem picos de utilização, e qual a tipologia de utilizadores que predominam neste local.

1.3. Objetivos

Na presente dissertação estabelecem-se alguns objetivos de forma a estruturar a pesquisa realizada tendo a intenção primordial de transmitir os conhecimentos adquiridos durante a investigação de forma clara e simples.

O primeiro objetivo da investigação é a elaboração de um quadro teórico que contextualize o clima urbano e a importância do conforto térmico em espaços públicos, nomeadamente o desempenho térmico de uma cidade incluindo a identificação dos principais atores, inseridos na cidade, na redução da temperatura. O segundo objetivo consistiu em identificar quais os principais elementos propiciadores de conforto térmico nas praças públicas que existem na atualidade. O terceiro objetivo consistiu em avaliar um espaço público da Cidade de Braga a fim de perceber quais as suas potencialidades ao nível do conforto térmico. Por fim, o último objetivo foi elaborar um conjunto de propostas de intervenção com vista à reabilitação da Praça em estudo de forma a conceber a esta novas potencialidades na sua utilização.

1.4. Descrição de tarefas – Metodologia aplicada

Num primeiro momento, o trabalho consistiu na pesquisa, análise e seleção de informação relevante para a realização da presente dissertação. Passou-se a uma pré-seleção das publicações analisadas a fim de identificar as mais relacionadas com o tema.

Posteriormente elaborou-se um estudo de campo que consistiu no levantamento *in situ* dos valores de temperatura e velocidade do vento na Praça da Justiça em Braga.

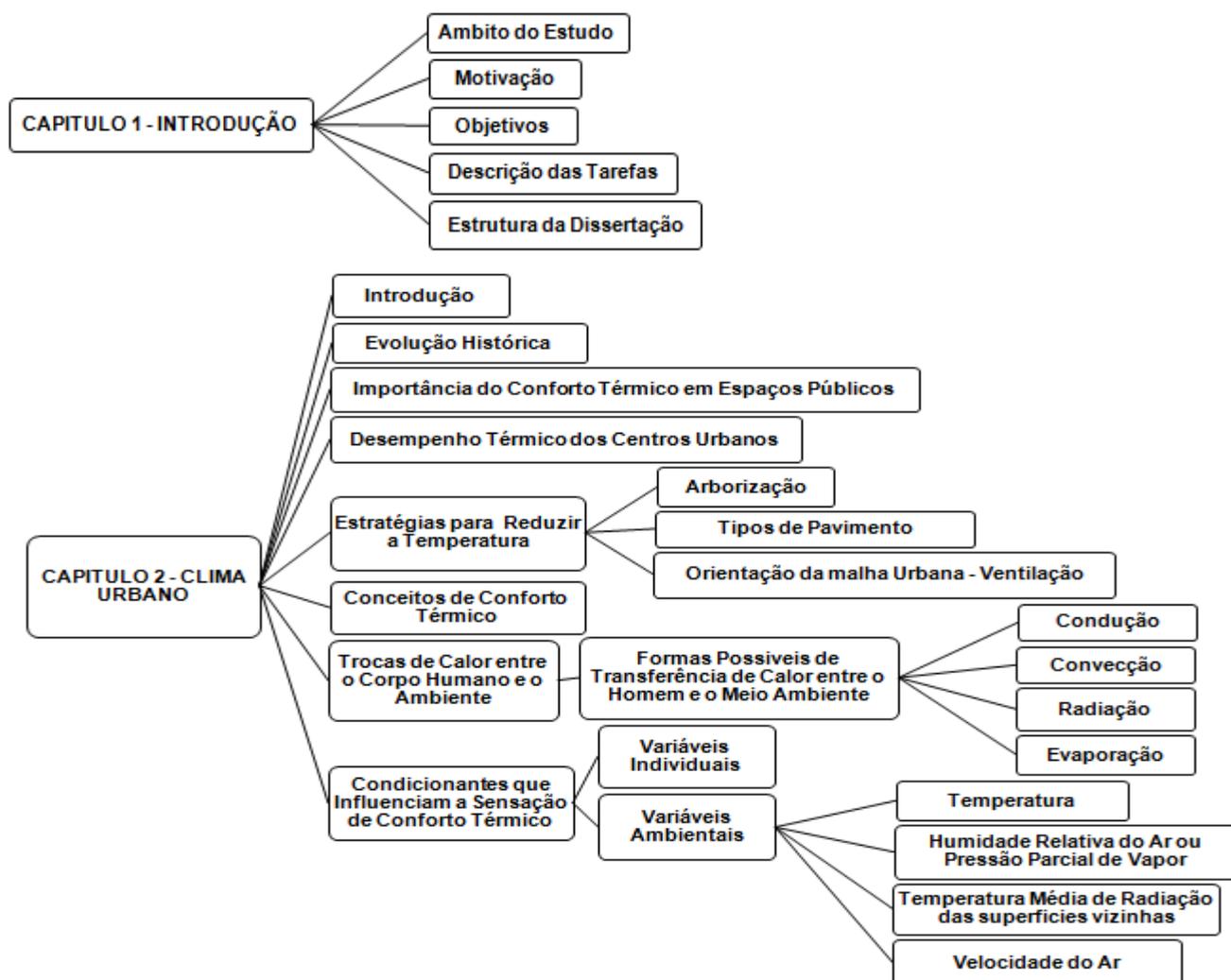
Passou-se seguidamente à redação inicial, com base nos resultados da pesquisa bibliográfica, principalmente incidente na vertente teórica, de modo a expor e explicar os conceitos que serão utilizados para o estudo do caso.

De seguida elaborou-se o estudo prático do caso, nomeadamente, estudo do conforto térmico na praça da Justiça em Braga, com recurso a medições que haviam sido feitas *in loco*.

Por fim, foi elaborada uma conclusão identificando e propondo possíveis soluções para os problemas identificados na Praça alvo de estudo.

1.5. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação aborda a temática do conforto térmico inserido no clima urbano de acordo com uma estruturação interligada (ver Figura 1). Após a introdução no capítulo 1 da descrição, motivação, objetivos e metodologia entre outros tópicos seguem-se dois capítulos de pesquisa teórica sobre clima urbano e elementos de conforto térmico. Estes capítulos apresentam a descrição das origens do clima urbano, a importância do conforto térmico em espaços públicos, o desempenho térmico dos centros Urbanos, as estratégias para reduzir a temperatura, as condicionantes que influenciam a sensação de conforto térmico com referencia a elementos de água, elementos de sombra, elementos mistos, entre outros tópicos. Por fim, é abordado o estudo de caso com a descrição do clima da cidade de Braga, objetivos, metodologia de análise, temperatura e velocidade do vento in loco, circulação de veículos, características de utilizadores e as medições efetuadas na praça da justiça. O último capítulo apresenta as conclusões e sugestões a desenvolver futuramente.



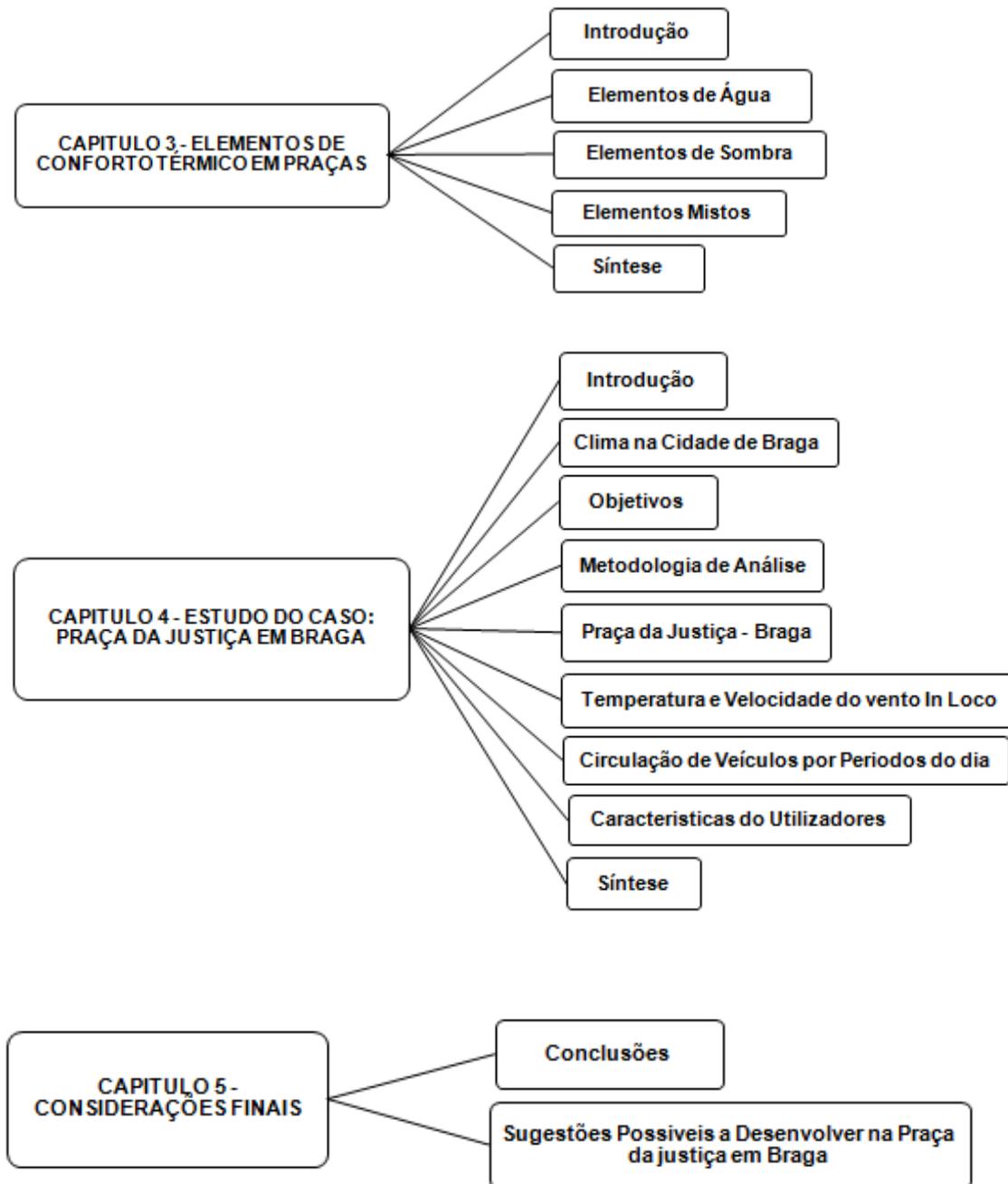


Figura 1 – Fluxograma da Dissertação

2. CLIMA URBANO

2.1. Introdução

Neste capítulo vamos abordar clima urbano e o surgimento dos primeiros estudos sobre este tema, nomeadamente a influencia deste no conforto térmico dos espaços públicos. Ainda dentro desta problemática será abordado o desempenho térmico dos centros urbanos e possíveis estratégias para reduzir a temperatura. Por último, apresenta-se uma síntese dos pontos principais deste capítulo.

2.2. Evolução Histórica

As origens do clima urbano remetem para o início da organização urbana, mais concretamente para as sociedades Grega e Romana. Na obra de Hipócrates “Ar, Água e Lugar”, este desenvolve conceitos sobre os efeitos do ambiente urbano na saúde dos habitantes (GARCIA, 1999).

Posteriormente, na Idade Média com o início da industrialização, a elevada utilização de carvão nas cidades mais desenvolvidas afirma-se como a primeira causa de deterioração do ambiente urbano. Na Época Medieval, Londres era o melhor exemplo de uma cidade em desenvolvimento e onde os registos eram mais representativos (LANDSBERG, 1981).

As primeiras observações meteorológicas registam-se no séc. XVII, através de um conjunto de instrumentos com os quais se torna possível obter um número aceitável de medições regulares e sistemáticas que permitiram concluir em algumas cidades, as alterações ao seu clima inicial provocadas pelo crescimento urbano.

Em 1833 surge, em Londres, o primeiro estudo sobre clima urbano através do químico Luke Howard que elaborou um trabalho sobre a contaminação do ar detetando que as temperaturas eram mais elevadas no centro da cidade em relação às vizinhas áreas rurais cerca de 2,2° F. Constatou que essas alterações eram provocadas pelo excesso de poluição resultante da combustão de carvão, que levava a uma subida das temperaturas na cidade (LANDSBERG, 1981).

No entanto, a origem do *Clima Urbano* como hoje o conhecemos, teve início no Séc. XIX aquando da realização dos primeiros estudos em microclimatologia na cidade de Viena. Estes estudos foram realizados através da utilização de veículos automotores que permitiam o registo de dados meteorológicos em diversos pontos da cidade que possibilitavam delimitar isolinhas térmicas, levando posteriormente às causas específicas das diferenças térmicas registadas (GARCIA, 1999).

O clima urbano resulta das alterações do clima local por meio de condições particulares do ambiente urbano, nomeadamente a rugosidade do tecido urbano, os níveis de ocupação e as características térmicas dos materiais que as compõe (OKE, 1978).

Para Garcia (1999), o clima urbano é característico das grandes cidades, correspondendo às características do clima local da região onde se encontram alteradas localmente pela ação do Homem. As principais características deste clima são o aumento da temperatura, a diminuição da humidade relativa, o aumento da nebulosidade e precipitação e a diminuição da velocidade do vento.

Segundo Givoni (1998) as áreas urbanas influenciam o clima proporcionalmente às suas dimensões, à sua localização na região, à densidade da sua área construída, aos seus níveis de ocupação do solo, à orientação e largura das ruas, assim como a existência ou não de espaços verdes.

Os estudos em climatologia revelam que os processos atmosféricos urbanos estão ligados às particularidades da cidade. A ocupação de uma cidade tem um papel extremamente relevante na determinação do seu clima. Segundo Sousa *et.al.* (2005) quanto maior for o nível de ocupação do meio urbano, menor é a sua capacidade de realizar trocas de calor por radiação favorecendo a formação das ilhas de calor nas áreas mais densamente construídas. Na sua maioria, os estudos sobre microclima urbano demonstram que os centros das ilhas de calor estão diretamente ligados às áreas centrais das cidades, normalmente coincidindo com as áreas mais edificadas onde a ventilação é reduzida e se verifica a ausência quase total de vegetação.

Alguns estudos, como o de Santana (1997) revelam que os registos das temperaturas mais elevadas ocorrem nas zonas com maior densidade de edificações, onde escasseiam as áreas de sombra e a vegetação é muito reduzida.

No entanto, as áreas onde a construção é elevada e em altura, as temperaturas registadas no período da manhã são menos elevadas, este fenómeno deve-se ao facto de estes locais necessitarem de um maior número de horas para aquecer.

Na cidade de São Paulo, Lombardo (1985) verificou que as maiores variações de temperatura com a altitude eram registadas nas áreas mais verticalizadas e onde a cobertura vegetal era escassa, verificando diferenças que iam até aos 10°C comparativamente com a periferia.

Para Eliasson (1996) as oscilações de temperatura tem amplitudes mais elevadas nos locais onde a utilização do solo é mais variada. Por exemplo, os registos efetuados no centro da cidade, em comparação com os registos efetuados no parque da cidade, demonstraram uma redução de temperatura em cerca de 4°C. Diferença que já havia sido comprovada entre as temperaturas da cidade e as temperaturas da periferia rural.

Ao relacionar os principais elementos climáticos de uma cidade com as variáveis urbanas Coltri (2006) conclui que existe uma tendência no aumento da temperatura coincidente com o aumento da urbanização. Conclui também que a intensidade das ilhas de calor é proporcional ao aumento da temperatura ao longo do ano, intensificando no período estival.

Mediante Giridharan *et. al.* (2006), a percentagem de vegetação acima de 1m de altura é de extrema importância para o abatimento da temperatura, pois se esta for inferior a 30% não interfere na redução do índice de calor. No entanto se esta for superior a 40% pode levar a uma redução da temperatura em cerca de 0,5°C. Portanto quanto maior for o sombreamento provocado pela vegetação menor é a incidência de radiação solar e menor a temperatura.

2.3. Importância do CONFORTO TÉRMICO em espaços públicos

A qualidade dos espaços públicos e a sua utilização pelos cidadãos está fortemente relacionada com as condições que o espaço oferece em si, quer ao nível visual, funcional e de conforto. Estes fatores podem ser atingidos através de algumas variáveis às quais o arquiteto deve ser sensível aquando do projeto. As praças

devem contemplar: aspetos funcionais, principalmente quando são criadas para fins relacionados com serviços, nomeadamente pontos de passagem, frentes de instituições públicas ou de espaços ligados aos serviços; aspetos de visuais, na medida em que os materiais utilizados, os espaços ajardinados e as plantas que os constituem proporcionem um equilíbrio visual que vá ao encontro das necessidades dos espaços envolventes, proporcionando um “oásis” no meio do espaço circundante; aspetos de conforto, as praças devem ser locais apelativos e convidativos em termos de conforto, é importante ter em consideração os edifícios envolventes, os locais de sombra e as oscilações de temperatura que provocam, pois estes impõem a estrutura da circulação do ar, deverá ser criado no projeto um contra balanço entre os variados fatores compensando as falhas com vegetação, pontos de água, locais de circulação de pessoas e espaços de lazer.

Elaborar um estudo prévio no âmbito do conforto térmico para espaços exteriores é fundamental na medida em que constitui uma base importante na compreensão da utilização do espaço nomeadamente, ao nível das atividades ao ar livre. Um espaço confortável, apenas o é se tiver em linha de consideração os parâmetros de conforto térmico.

Só um espaço apelativo visualmente, com luz natural e com áreas de sombreamento abundantes é que se torna num local visitado com frequência. O conforto nas praças é fundamental para que estas sejam ocupadas e visitadas, e este só é atingido quando os materiais incluindo o mobiliário urbano vai ao encontro das diferentes necessidades dos cidadãos que por lá passam. Estes locais devem contribuir para a melhoria da qualidade de vida e devem ser construídos na perspetiva de proporcionar locais de lazer e descanso.

2.4. Desempenho térmico nos centros urbanos

Durante um longo período da História os centros urbanos eram projetados com a intenção de proporcionar uma boa circulação pedonal, considerando que a população que habitava nas zonas centrais se deslocava maioritariamente a pé, porém a evolução das cidades e das atividades nelas desenvolvidas, vieram alterar estas preocupações. O aumento da circulação automóvel levou à descentralização e

ao crescimento das áreas citadinas, respondendo este aumento apenas às necessidades presentes dos habitantes, sem que fossem tomadas medidas ao nível do planeamento urbano. Este crescimento desregrado levou durante muito tempo à ausência de zonas residenciais, distintas das zonas comerciais ou industriais. Esta mistura promoveu o aumento poluição nos meios citadinos que por sua vez fez diminuir a qualidade do espaço público tendo como consequência a deslocalização de grande parte dos habitantes dos centros Históricos das grandes cidades.

Mais tarde surgem nos projetistas preocupações ao nível da reposição da qualidade ambiental nos centros das cidades, tendo como intenção mudar os comportamentos climáticos das urbes que se encontravam desabitadas pela ausência de espaços de lazer com qualidade e capazes de proporcionar zonas de conforto.

As cidades haviam-se transformado em locais amorfos, sem espaços verdes, sem locais de convívio ao ar livre onde os cidadãos pudessem passar o tempo.

Até esta altura, as condições climatéricas locais tinham pouca interferência sobre as formas, dimensões, geometria e localização dos edifícios. Bruno Taut (1977) observou que a maioria dos membros do movimento moderno ignorava as diferenças climatéricas: “Os edifícios modernos do norte (da Europa) possuem a mesma aparência como aqueles construídos ao longo do Mar Mediterrâneo”.

Começam então a surgir os primeiros estudos sobre o clima das cidades, tal como já foi mencionado anteriormente. Cresceram as preocupações e estudos sobre as variações de temperatura, vento e humidade geradas pelos microclimas urbanos que influenciam o conforto e saúde das populações, assim como influenciam o consumo de energia e os níveis de poluição do ar, além de contribuírem para a escassez dos recursos naturais. Todos estes fatores vieram consciencializar de forma crescente os planeadores, engenheiros, arquitetos e governantes de todo o mundo para um dimensionamento sensível dos espaços urbanos exteriores.

2.5. Estratégia para Reduzir a Temperatura

2.5.1. Arborização

Um dos métodos para conseguir a redução da temperatura nos meios urbanos é a introdução de vegetação. Lima Neto (2011) afirma que a presença de espaços verdes nas cidades é fundamental na estrutura e dinâmica da paisagem, pois, devido às suas características melhora a qualidade de vida da população assim como a condição ambiental da cidade.

Volpe-Filik, Silva, e Lima (2007) consideram que é incontornável o papel vital que as árvores, tem no bem-estar dos habitantes citadinos. A sua capacidade em modificar muitos dos efeitos negativos do meio urbano contribui para uma melhoria significativa da qualidade de vida nas cidades. Em consonância, Matos e Queiroz (2009), afirmam que as árvores fazem parte da vida humana, oferecem alimento, remédios, sombra e bem-estar, melhorando a qualidade de vida dos habitantes de uma cidade. A cidade arborizada é, aos olhos de muitos, mais bonita e agradável.

Embora com alguma artificialização, pois não existe de forma natural, a arborização urbana desempenha um papel fundamental para as cidades. Seja em zonas verdes ou na arborização de ruas, a introdução de espaços verdes na urbe oferece inúmeros benefícios a nível ecológico, estético e social (BIONDI, 2008).

A plantação de árvores em praças produz inúmeros benefícios a custo reduzido, oferecendo uma relação custo-eficiência bastante elevada. Dulce Almeida (2006) considera que a arborização urbana vem sendo reconhecida como responsável de um forte impacto no balanço energético da cidade fundamentalmente na atenuação do fenómeno “ilha de calor”. Da mesma forma Pauleit et al. (2005) afirma ser indispensável difundir o impacto favorável das árvores nos centros urbanos.

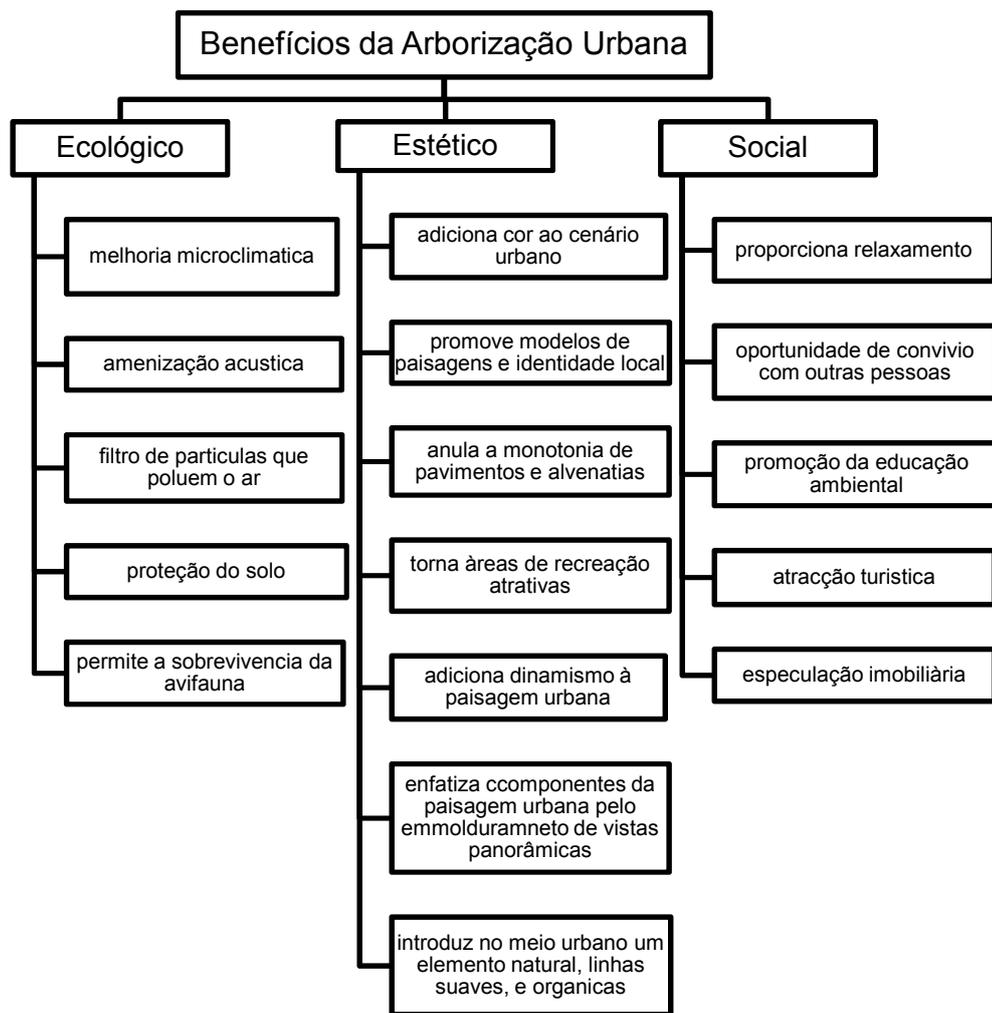


Figura 2- Benefícios da Arborização Urbana numa Cidade

Fonte: Biondi (2008)

Ao nível do conforto ambiental, a vegetação proporciona uma atenuação dos estímulos relacionados com a propagação e percepção térmica, acústica e luminária (DI CLEMENTE 2009). Um outro benefício da arborização urbana é a capacidade de interceptação da precipitação reduzindo o volume de escorrência no solo e contribuindo para a redistribuição da humidade. Candorim e Mello (2011) referem a contribuição da arborização urbana no controlo de cheias e na manutenção da biodiversidade.

A arborização de ruas, além de ser um serviço público, é um património que deve ser conhecido e conservado para as futuras gerações. A sua existência deve ser

sempre celebrada principalmente pela sua contribuição ao conforto ambiental, ao bem-estar psíquico e psicológico da população urbana e a beleza que proporciona à cidade. (BIONDI; ALHUS, 2005 p.1)

2.5.2. Tipos de pavimento

O tipo de pavimento utilizado na cobertura do solo interfere diretamente no clima de determinado espaço, uma vez que, mediante o tipo de material este pode ser mais ou menos permeável adquirindo diferentes propriedades térmicas que vão alterar as temperaturas iniciais do local quando ainda era apenas solo.

Aseaeda et.al. (1993) mediram o fluxo de calor junto à superfície do solo e comprovaram a importância que o tipo de pavimento tem nas alterações da temperatura do ar. Este estudo demonstrou que os pavimentos em asfalto têm níveis de absorção de radiação solar consideravelmente superiores durante o dia conservando assim a temperatura alta durante toda a noite e contribuindo para o aquecimento do ar.

Huang et.al. (2008) selecionou quatro tipos de pavimento com a intenção de estudar o clima urbano, superfície em betão, parques urbanos, zonas com água e áreas relvadas. Este estudo revelou que o microclima destes quatro tipos de pavimento apresentava diferenças de temperatura entre os 0,5 e os 3,5°C, sendo que, durante o dia nas superfícies em betão foram observadas as temperaturas mais elevadas de toda a área em estudo. Durante a noite, a observação de temperaturas mais baixas ocorreu na zona relvada. Comparativamente com a superfície em betão, os outros três tipos de pavimento a registam uma redução de temperatura entre os 0,2 e os 2,9°C.

2.5.3. Orientação da malha Urbana / Ventilação

A malha urbana e a sua orientação determinam o microclima urbano, pois determinam os níveis de exposição solar a que vão estar sujeitas as estruturas

construídas. A orientação dos edifícios condiciona a insolação das camadas inferiores determinando assim as temperaturas nos centros urbanos.

Masmoudi (2004) considera que a orientação Leste/Oeste tem uma influência mais acentuada do que a orientação Norte/Sul. Com a primeira orientação os raios solares atingem mais facilmente e durante um período mais extenso ao longo do dia, as camadas inferiores dos edifícios e por sua vez as rua e praças contiguas aos edifícios.

Segundo Mascaró (1996) a deslocação do ar regula a sensação térmica, pois estimula a evaporação e as perdas de calor por convecção. Em muitas cidades, é má orientação dos edifícios que conduz a uma circulação exagerada do ar dentro das cidades. Lardent (1982) considera que as massas arbóreas podem reduzir consideravelmente a velocidade do vento de 20 a 50%. A arborização proporciona uma redução gradual da velocidade do vento não contribuindo para a existência de zonas de turbulência, contrariamente ao que acontece com as barreiras sólidas que são menos eficientes.

2.6. Conceitos de CONFORTO TÉRMICO

Ao contrário de muitos animais, o ser Humano tem sangue quente e por sua vez é um ser homeotérmico, o que quer dizer que necessita de manter uma determinada temperatura corporal. Esta necessidade faz com que o Homem esteja permanentemente a fazer transferências de calor de forma a arrefecer, libertando o excesso de calor, ou a aquecer captando o calor do ambiente envolvente, a fim de manter uma temperatura constante de 37°C essencial para a sua sobrevivência.

O equilíbrio corporal, mais precisamente a sua perceção pelo Homem, está associado ao conceito de conforto térmico. O homem encontra-se numa situação de conforto quando, após um balanço entre todas as trocas de calor a que o seu corpo está sujeito, e atinge uma temperatura estável, altura em que as trocas de calor diminuem.

O conforto é uma sensação que está diretamente relacionada com aspetos biológicos, físicos e emocionais, sendo impossível satisfazer em simultâneo, todos os indivíduos que se encontrem em condições semelhantes.

2.7. Trocas de Calor entre o Corpo Humano e o Ambiente

O corpo do ser Humano tem constituição que faz com que o seu organismo tenda a permanecer com características térmicas constantes independentemente das alterações climáticas do local onde se encontra. A alimentação serve de combustível à produção de calor pelo corpo, proporcionando a produção de energia suficiente para manter uma temperatura estável, que é obtida também através das transferências de calor com o meio externo. Esta situação só é estável num corpo saudável.

A transferência de calor entre um corpo e o ambiente envolvente ocorre sempre que se verifica a existência de temperaturas diferentes. As trocas de calor manifestam-se através de transferências de calor entre um corpo mais frio e outro mais quente até se atingir a igualdade de temperaturas. As transferências podem ocorrer de variadas formas, sendo algumas delas cumulativas.

2.7.1. Formas possíveis de transferência de calor entre o Homem e o meio ambiente:

➤ Condução

“Quando a transferência de calor se realiza através de sólidos ou líquidos que não estão em movimento (por exemplo através do contacto de partes do corpo com elementos da envolvente, contacto entre um corpo quente e um frio)” (Almeida, 2009).

A condução de calor ocorre quando a temperatura do ambiente circundante é menor do que a temperatura do organismo. A ocorrência deste fenómeno verifica-se quando ocorre a transferência de calor do corpo para o ar circundante. Esta

manifestação origina um ciclo de convecção provocado pela ascensão do ar quente que é substituído por ar mais frio. Se a diferença de temperatura não se verificar, o processo é nulo, isto é não ocorre, no entanto se as posições de temperatura forem invertidas, o processo ocorre no sentido inverso.

➤ **Convecção**

“Quando a transferência de calor se realiza através dos fluidos em movimento, e por isso só tem lugar nos líquidos e nos gases (por exemplo o movimento do ar sobre o corpo)” (Almeida, 2009).

As manifestações de diferentes temperaturas entre elementos líquidos ou gasosos dão origem a trocas de calor, denominadas por convecção. Este é um fenómeno que ocorre quando se verifica a transferências de calor através de fluidos em movimento, só se manifestando nos líquidos e nos gases.

➤ **Radiação**

“Todas as substâncias radiam energia térmica sob a forma de ondas eletromagnéticas. Quando esta radiação incide sobre outro corpo, pode ser parcialmente refletida, transmitida ou absorvida. Apenas a fração que é absorvida surge como calor no corpo” (Almeida, 2009).

Através de ondas eletromagnéticas, a radiação é um fenómeno que se verifica pela transferência de calor de um corpo a uma determinada temperatura para outro a temperatura inferior. O resultado é a transformação destas ondas em energia calorífica, quando estas entram em contacto com uma superfície que registe uma temperatura inferior. Trata-se de um fenómeno que não está dependente do meio para realizar propagação e que são as variações de temperatura que determinam a quantidade de energia transferida.

➤ **Evaporação**

“Uma via de grande importância em fisiologia é a evaporação, que constitui uma perda de calor. Esta evaporação pode dar-se através da

transpiração, através da sudação, quando se dá ao nível da pele e arrefece a sua superfície, ou através da respiração, ao nível das vias respiratórias” (Almeida, 2009).

A evaporação é um fenómeno que se dá ao nível da pele ou através da respiração ao nível das vias respiratórias. Estas manifestações ocorrem através da transpiração ou da sudação. Este é um fenómeno de elevada importância fisiológica pois constitui uma perda de calor para o corpo, representando assim uma importante forma de estabilização de temperatura.

2.8. Fatores que influenciam a sensação de CONFORTO TÉRMICO

Esta característica obriga a que o corpo vá, através de transferências de calor tentando manter uma temperatura estável necessária à sobrevivência. No entanto, existem variadíssimos fatores externos que podem influenciar ou alterar esta estabilidade.

2.8.1. Variáveis individuais

Em condições normais, o corpo Humano apresenta uma temperatura de 37°C, temperatura esta que sofre variações ao longo do dia podendo ocorrer num intervalo entre os 36,8°C e os 37,3°C. As temperaturas mais baixas ocorrem de manhã, devido à descida da temperatura corporal durante o sono, já os registos mais elevados ocorrem ao final do dia. Para que a temperatura seja mantida por volta dos 37°C o organismo utiliza o oxigénio, proveniente da respiração, para queimar as calorias ingeridas (FROTA E TAL (1988)).

Estas alterações ou transferências de energia calorífica são determinadas por fatores como: o vestuário, sendo este um elemento que contribui para manter a temperatura do corpo, pois ajuda a reduzir as transferências de calor oferecendo maior resistência térmica; o sexo do indivíduo, na medida em que mediante este fator é determinada a atividade metabólica do corpo, pois a atividade é superior no

sexo masculino; a idade que acresce ao sexo do individuo, também interfere na atividade metabólica do individuo, pois quanto mais avançada for a sua idade menor será a atividade metabólica; o peso e altura, mais especificamente o índice de massa corporal, na medida em que, quanto mais alto e magro for um individuo, mais energia consegue dissipar, tolerando assim maiores amplitudes térmicas e as condicionantes psicológicas, na medida em que os comportamentos e ações do ser humano são permanentemente influenciados pelo meio que o rodeia. Atualmente tudo é criado a fim de conduzir a mente do individuo para um determinado fim. Os materiais utilizados e as cores são capazes de produzir no Homem a sensação de calor (amarelo, vermelho e laranja) ou de frio (azul, verde e violeta), levando á sensação de conforto ou de desconforto.

2.8.2. Variáveis Ambientais

➤ Temperatura

A temperatura corporal consiste na quantidade de energia calorífica mantida pelo corpo, anteriormente já foi mencionado que esta é conseguida através da transformação dos alimentos em energia e das transferências entre o corpo e o meio envolvente. Assim a temperatura corporal é inversamente proporcional à temperatura do meio. A temperatura depende também da evaporação que está dependente da humidade relativa do ar.

➤ Humidade relativa do ar ou pressão parcial de vapor

A humidade relativa do ar consiste no número máximo de gramas de vapor de água que 1m^3 de ar pode conter. A humidade relativa do ar aumenta com a temperatura, isto é a capacidade que 1m^3 é mais elevada com temperatura alta, em contrapartida esta capacidade também diminui consoante diminui a temperatura do ar.

Trata-se de um facto que influencia a dissipação do calor por evaporação, pois quando o ar se encontra com baixa humidade relativa, absorve mais rapidamente a água, no entanto, quando este está mais saturado, o processo torna-se mais lento.

➤ **Temperatura média de radiação das superfícies vizinhas**

As superfícies vizinhas, os elementos constituintes do ambiente circundante, ao libertarem calor por radiação, permitem ao corpo absorver essas ondas, tirando proveito das libertações de calor. Esta captação energética faz com que o indivíduo mantenha a sua estabilidade calorífica arrefecendo ou aquecendo em função dos elementos que o envolvem.

➤ **Velocidade do ar**

A velocidade do ar é um facto acelerador dos mecanismos de troca de calor, sejam eles a convecção, a evaporação ou a condução, na medida em que a circulação do ar provoca uma aceleração da evaporação. A humidade presente na superfície do corpo é eliminada mais rapidamente devido á velocidade da substituição do ar. Este facto é determinante na eficácia dos mecanismos de troca de calor.

2.9. Síntese

No presente capítulo, foi possível compreender a evolução do clima urbano, o surgimento dos primeiros estudos neste âmbito e a sua evolução, para além de serem identificadas as principais estratégias para a redução da temperatura nos espaços públicos.

Se no início apenas era significativo tentar compreender quais os fatores que provocavam as alterações climáticas nos centros urbanos, posteriormente realizou-se uma evolução na origem dos conceitos. Verificou-se uma tentativa de alargar os estudos associados às alterações climáticas dos meios citadinos, tentando compreender os motivos que levavam á subida das temperaturas dentro da cidade comparativamente com as periferias. Recentemente, através de estudos atuais foi possível determinar as potencialidades dos espaços públicos, nomeadamente identificar de que forma poderia o Homem intervir em espaços não planeados do ponto de vista térmico a fim de contribuir para a diminuição das temperaturas e proporcionar aos utilizadores melhores condições de conforto térmico

3. ELEMENTOS DE CONFORTO TÉRMICO EM PRAÇAS

3.1. Introdução

Os espaços públicos pertencem a todos e devem funcionar como suporte para uma série de atividades e eventos, devem ser espaços onde os cidadãos possam agir com liberdade e de forma espontânea.

Existem, no entanto, e em grande proporção, espaços que não preenchem estes requisitos, locais amorfos e desinteressantes para os utilizadores onde estes não se sentem confortáveis, principalmente, em época estival.

É no verão que estes locais são colocados à prova pelos cidadãos, na medida em que o inverno, por si só, é caracteristicamente uma estação de recolhimento em que as pessoas saem menos à rua e frequentam, em menor numero, os espaços públicos.

Assim, na intenção de atribuir maior conforto térmico aos locais de uso público, foram criados nas últimas duas décadas mecanismos de minimização das amplitudes térmicas em espaços demasiadamente expostos à incidência solar, nomeadamente estruturas associadas à água e à sombra como será demonstrado de seguida.

3.2. Elementos de Água

No início da década de 1970, a instalação do artista Doug Hollis traduziu o seu interesse na paisagem urbana e a necessidade de criar estruturas de recriação de fenómenos naturais como quedas de água (ver Figura 3), tentando dar à cidade atribuições mais ligadas à natureza. Este artista tinha a intenção de criar um oásis de qualidade onde as pessoas pudessem fazer uma pausa para recuperar o fôlego espiritual no meio de suas vidas quotidianas e cidadinas.



Figura 3- Estruturas de água Chelsea River Gallery

Fonte: www.trocofab.com

O mesmo arquiteto, Doug Hollis, inspirado nos movimentos da água e do vento, projetou para uma praça situada no centro da cidade de San José na Califórnia, uma instalação de granito em efeito folheado (ver Figura 4), que produz o efeito de escorrência artificial de água. Esta estrutura é composta por 54 suportes tubulares em forma cônica, que lançam compassadamente vapor. A sua principal função é a transformação de um espaço desconfortável e excessivamente quente a fim de o tornar num espaço agradável e capaz de despertar interesse quer a nível arquitetónico quer a nível artístico. O sucesso desta estrutura teve um impacto bastante positivo ao nível da utilização do espaço envolvente, pois criou um movimento adicional na praça. A névoa e do efeito de sombras provocado pelos vapores passam a proporcionar um arrefecimento da praça levando consecutivamente a um aumento no seu número de utilizadores.



Figura 4- Estruturas de água San José na Califórnia

Fonte: www.douglashollis.com

Ainda Doug Hollis, querendo proporcionar aos visitantes de um jardim em Seattle, uma relação mais íntima com a água, projetou uma fonte (ver Figura 5), onde estes pudessem interagir livremente. Esta estrutura é constituída por um cone de onde escorre água, água esta obrigada posteriormente a entrar num corredor estreito, e, conduzida de seguida para uma piscina com textura que dispersa o fluxo e o obriga a tornar-se mais lento. Esta criação obteve a dinamização de um espaço dentro do próprio parque, que se caracterizava por ser desinteressante, em simultâneo, proporcionou aos utilizadores um espaço refrescante e dinâmico.



Figura 5- Cone de água Seattle

Fonte: www.douglashollis.com

Aquando da Expo 98 em Lisboa, e levando em consideração que este seria um espaço visitado por grandes massas, os arquitetos tiveram o cuidado de planejar algumas estruturas que minimizassem as elevadas temperaturas e possibilitassem alguns momentos de descanso e lazer aos visitantes. Neste sentido, foram criadas estruturas de refrescamento em representação vulcânica associadas à água, (ver Figura 6 e 7).

Colocadas em locais de passagem e cuidadosamente planeadas, estas construções representavam um importante fator positivo para os visitantes, na medida em que contribuíam para a diminuição da temperatura corporal em momentos de calor excessivo. Estas construções eram constituídas por cones que compassadamente expeliam água e vapor, água esta que posteriormente escorria por corredores baixos onde os utilizadores se podiam refrescar.

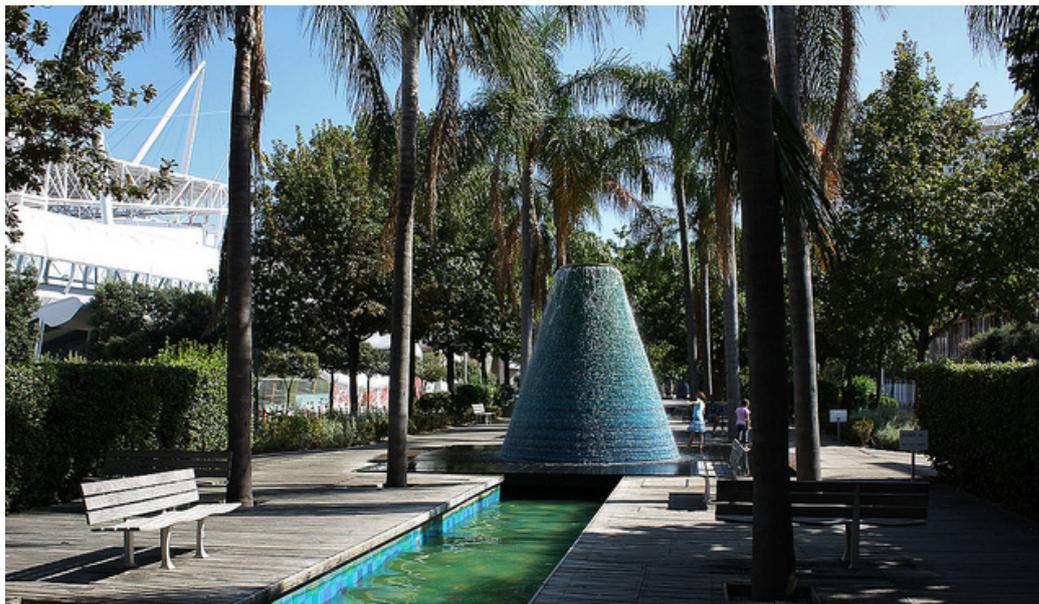


Figura 6- Cones de água EXPO 98 – Lisboa

Fonte: www.flickr.com

Atualmente estes espaços continuam a ser utilizados pelos habitantes que, posteriormente à feira se foram instalando nas imediações da feira internacional de 1998. Denominado Parque das Nações, esta área da cidade de Lisboa transformou-se num espaço aprazível para variados fins, nomeadamente ao nível da habitação

(associado à habitação de luxo), ao nível do desporto (utilizado por vários habitantes da cidade para a prática desportiva), ao nível do lazer (local onde se concentram atualmente variadíssimos restaurantes e bares), ao nível empresarial (com a concentração de várias incubadoras de empresas).



Figura 7- Cones de água EXPO 98 – Lisboa

Fonte: www.flickr.com

Incluídas nas estruturas associadas à água, na Expo 98, foram ainda criadas as quedas de água (ver Figura 8) que arrefeciam o ar envolvente e proporcionam aos utilizadores espaços onde se podiam refrescar. Estas estruturas atribuíam ao local características que o tornavam mais agradável e convidativo ao convívio e descanso.

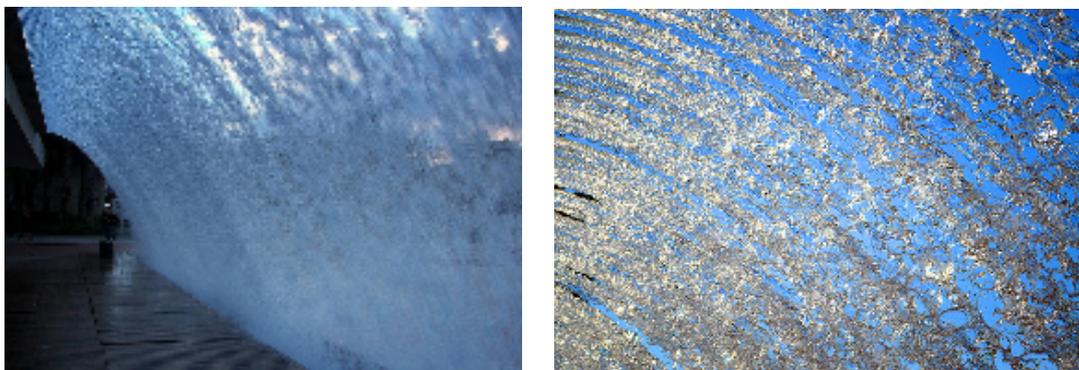


Figura 8- Coluna de água EXPO 98 – Lisboa

Fonte: www.flickr.com

Tal como os cones vulcânicos, as colunas de água, continuam ainda hoje em funcionamento e a proporcionar aos novos utilizadores locais de descanso e prazer em momentos de altas temperaturas.

3.3. Elementos de Sombra

Reportando ainda à Expo 98, são de referir algumas estruturas destinadas ao efeito de sombreamento como se vê na Figura 9. Tratava-se de estruturas suspensas que tinham como principal função grandes áreas de sombra. Sob estas construções foi colocado, estrategicamente, mobiliário urbano, como bancos e floreiras, com a finalidade de tornar, as áreas que poderiam ser amorfas e sem utilização, em aprazíveis áreas de descanso e lazer.



Figura 9- Estruturas suspensas EXPO 98 – Lisboa

Fonte: www.flickr.com

Os arquitetos Dirk Zimmerman e Mathew Van Kooy foram vencedores do “Resene Colour Awards 2010” com um projeto de estruturas de sombreamento e iluminação pública para Dorset Square. Trata-se de construções metálicas (ver Figura 10),

inspiradas no design geométrico da delicada pétala da flor boronia e tem como finalidade o efeito de sombra e a iluminação em período noturno.

Nestas estruturas, cada sombra abriga duas luminárias independentes a primeiro ilumina a calçada, a segunda ilumina o interior da própria estrutura. Os tetos das estruturas de sombreamento, perfurados a laser com flores boronia em aço inoxidável e os tons claros incorporam um padrão dinâmico. Isso permite que a luz solar atravesse as copas das estruturas de sombreamento, criando um jogo alegre de luz e sombra. Durante a noite, a iluminação artificial produz igualmente um efeito espetacular.



Figura 10- Dorset Square - Austrália

Fonte: www.flickr.com

Através de uma criação de alta tecnologia, estes arquitetos dinamizaram uma área problemática junto de uma sala de cinema. Os utilizadores passaram, após a instalação destas pétalas que fazem sombra durante o dia a iluminam durante a

noite, a fixar-se durante períodos mais longos de tempo, dinamizando e aproveitando de forma mais útil este espaço anteriormente pouco usado.

3.4. Elementos Mistos

Situado no Bairro operário de Vallecas em Madrid, Espanha, o Eco-Boulevard, projecto Co- financiado pela União Europeia, mais especificamente pelo programa LIFE-2002, é talvez a estrutura mais completa que surgiu nos últimos anos. Trata-se de uma construção temporária inspirada nas árvores naturais e criada com várias finalidades nomeadamente ao nível social e ambiental.

O eco-boulevard insere-se numa tentativa de compensar a total ausência de atividade de uma área habitacional, causada por um planeamento irresponsável por parte dos projetistas. Esta intervenção urbanística pode ser considerada como uma ação de reciclagem urbana.

Conscientes de que a melhor solução para a dinamização de um espaço público é a introdução de áreas verdes, nomeadamente de árvores de grande porte, e considerando que esta solução levaria alguns anos a conseguir, os arquitetos Belinda Tato, Jose Luis Vallejo e Diego García-Setién desenvolveram uma solução que pudesse substituir a ausência de árvores mas que tivesse uma ação imediata.

Constituído por três árvores artificiais, estrategicamente localizadas para que funcionem como suporte a múltiplas atividades o eco-boulevard

Atividades estas, que serão determinadas, à posteriori da instalação pelos próprios habitantes e utilizadores.

Estas estruturas são caracterizadas por três tipologias distintas, a Arvore de Ar (ver Figura 11), a Arvore Social ou Lúdica (ver Figuras 12 e 13) e a Arvore Media (ver Figuras 14 e 15). Cada um destes cilindros funciona como se fosse uma árvore regulando a atmosfera dos seus espaços interiores. O interior abriga uma variedade de programas e atividades de vários tipos.



Figura 11- Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore de AR

Fonte: www.archdaily.com

A árvore de ar (ver Figura 11), é uma estrutura de luz que é auto-suficiente em termos de energia. Esta estrutura é composta por dezasseis condutores tubulares verticais. Estes canais são cobertos com sensores de vento que irão direcionar o ar quente para fora, situação que é ativada quando a temperatura exterior for superior a 27 ° C. Esta construção consome apenas o que se consegue produzir por intermédio de sistemas de colheita de energia solar fotovoltaica. Essa energia pode ser vendida para a rede elétrica, passando a representar um suplemento financeiro para a manutenção da estrutura.

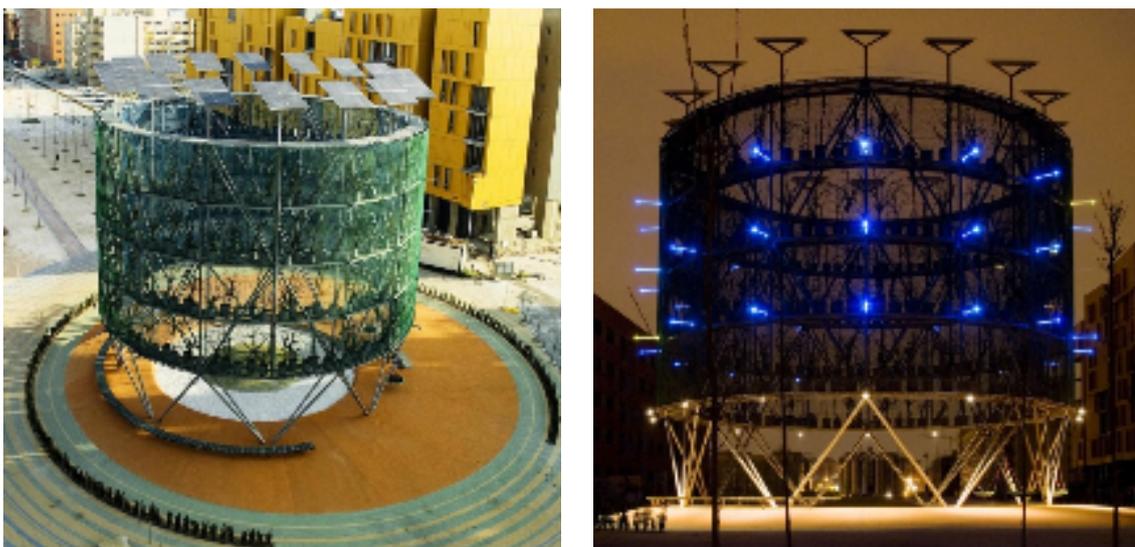


Figura 12- Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore LUDICA

Fonte: www.archdaily.com



Figura 13- Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore LUDICA

Fonte: www.archdaily.com

A árvore Lúdica (ver Figuras 12 e 13), é uma estrutura um pouco diferente na medida que não tem na sua constituição formas tubulares que fomentam a circulação do ar. Ao contrário da Estrutura designada como árvore de ar, esta proporciona também o arrefecimento do ar envolvente através da fotossíntese efetuada pelas plantas estrategicamente colocadas no interior da sua estrutura. Esta, por sua vez, localiza-se numa clareira que pode ser utilizada para fins vários, nomeadamente para a colocação e divertimentos infantis (ver Figura 13).



Figura 14 - Eco-Boulevard em Vallecas, Madrid – Arvore MEDIA

Fonte: www.archdaily.com

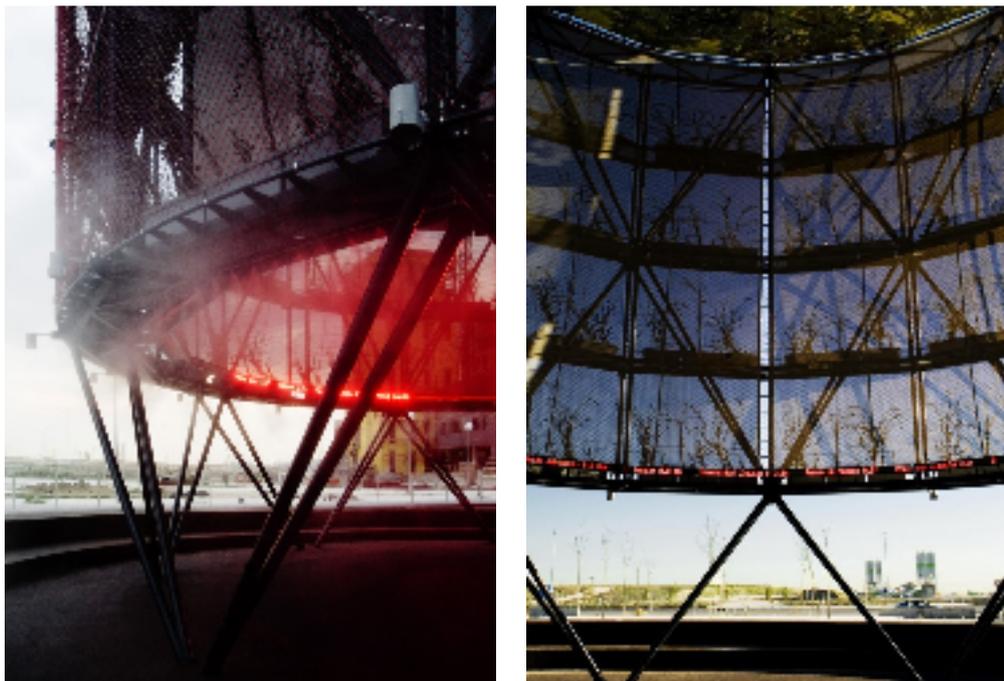


Figura 15- Eco-Boulevard em Vallecás, Madrid – Arvore MEDIA

Fonte: www.archdaily.com

Por fim, a Arvore Media (ver Figura 14 e 15) esta também localizada numa clareira, tem como funcionalidade principal o arrefecimento do ar através da emissão de vapores (ver Figura 15) quando detecta temperaturas acima dos 27°C. A sua denominação deve-se especificamente a uma característica, pois esta arvore tem como principal característica a associação de funcionalidades a nível tecnológico que lhe permitem uma utilização ao nível de espetáculos, nomeadamente noturnos.

O objetivo deste projeto foi a criação de uma atmosfera convidativa que promovesse a atividade num espaço público urbano que estava "doente", devido ao "mau planeamento" urbanístico.

O espaço suburbano de Vallecás tinha todas as características típicas dos subúrbios pobres de uma grande metrópole. O projeto Eco-boulevard baseado nos dois conceitos de desenvolvimento de natureza social e de natureza ambiental conseguiu gerar atividade através de uma adaptação bioclimática de um espaço ao ar livre onde seria quase impossível a utilização imediata por parte das populações.

Outro exemplo a relevar é o Getty Center em Brentwood, Los Angeles.



Figura 16- Lago - Getty Center , Los Angeles

Fonte: www.getty.edu

O Getty Center é uma fundação de belas artes constituída por diversos edifícios com galerias de arte. Entre estas construções modernas com fachadas claras e piso brilhante, existem espaços amplos ao ar livre onde se destacam grandes áreas de circulação. No entanto, nos espaços desta Fundação, foram criados lagos com água abundante e cascatas onde foram construídos jardins labirínticos interiores (ver Figura 16), e também aqui foram criadas estruturas formadas com cabos de ferro (ver Figura 17) destinados a guiar o crescimento das buganvílias (planta trepadeira) para que fiquem como árvores e proporcionem o efeito de sombra com maior eficácia.



Figura 17- Área pedonal - Getty Center , Los Angeles

Fonte: www.getty.edu

As estruturas de sombra representadas nestas figuras são uma solução perfeita para o excesso de incidência solar em praças.

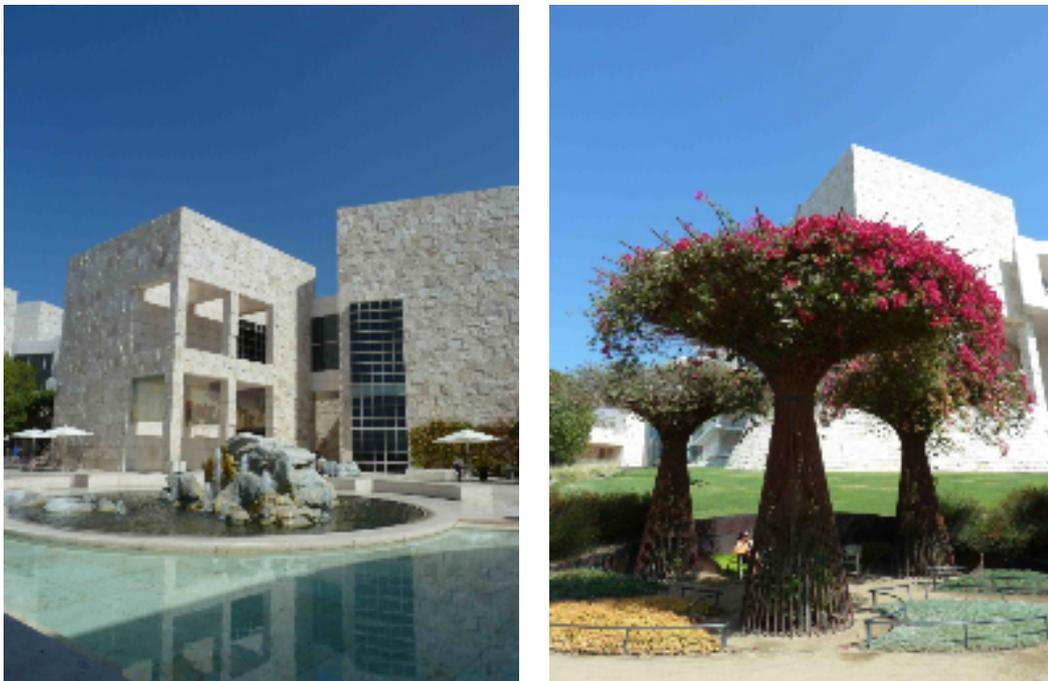


Figura 18- Área pedonal - Getty Center , Los Angeles

Fonte: www.getty.edu

Como é sabido e como pode ser verificado nos exemplos descritos anteriormente, a introdução de vegetação num espaço urbano regula a temperatura ambiente reduzindo os processos metabólicos provocados pela radiação solar, pois reduz a temperatura circundante aos espaços verdes assim como acontece junto das estruturas com água. (CONCEIÇÃO e DAMASCENO, 2007; FROTA e SCHIFFER, 2003; GOMES e AMORIM, 2003)

3.5. Síntese

No presente capítulo foi realizada uma abordagem às principais estruturas que foram desenvolvidas nos últimos anos tendo como finalidade a redução da temperatura em espaços públicos.

Os espaços públicos têm a finalidade de ser para os utilizadores citadinos os logradouros que podem eventualmente não possuir, pois é nestes locais que convivem, e desenvolvem algumas das suas atividades diárias. Esta situação só se verifica mediante a qualidade térmica de um espaço, pois é esta característica que o torna ou não atrativo. No sentido de alterar os locais amorfos e desconfortáveis em locais mais atrativos, foram criadas nos últimos anos, por arquitetos, algumas estruturas que proporcionam a diminuição da temperatura circundante. É neste raciocínio de ideias que se apresentam estruturas ligadas à água, estruturas ligadas ao efeito de sombra e estruturas mistas, que funcionam como pequenas ilhas dentro destes lugares.

4. ESTUDO DO CASO: PRAÇA DA JUSTIÇA - BRAGA

4.1. Introdução

Neste capítulo vamos analisar o conforto térmico de uma praça pública na Cidade de Braga, mais concretamente da Praça da Justiça. Este espaço situa-se na periferia central da Cidade no entanto ainda dentro dos limites urbanos do Município.

4.2. Clima na Cidade de Braga

Braga geograficamente situada no noroeste da Península Ibérica, em Portugal Continental - NUTS I, na Região Norte - NUTS II, mais precisamente na Bacia do Rio Cávado - NUTS III, ocupa um território correspondente a 183,51 km² e regista uma variação de altitude entre os 20 e os 572 metros situação que atribui a este concelho uma elevada variedade orográfica.

O Município de Braga divide-se em 37 Freguesias e possui uma população de aproximadamente 181 819 habitantes com uma populacional de 962 hab.\km².

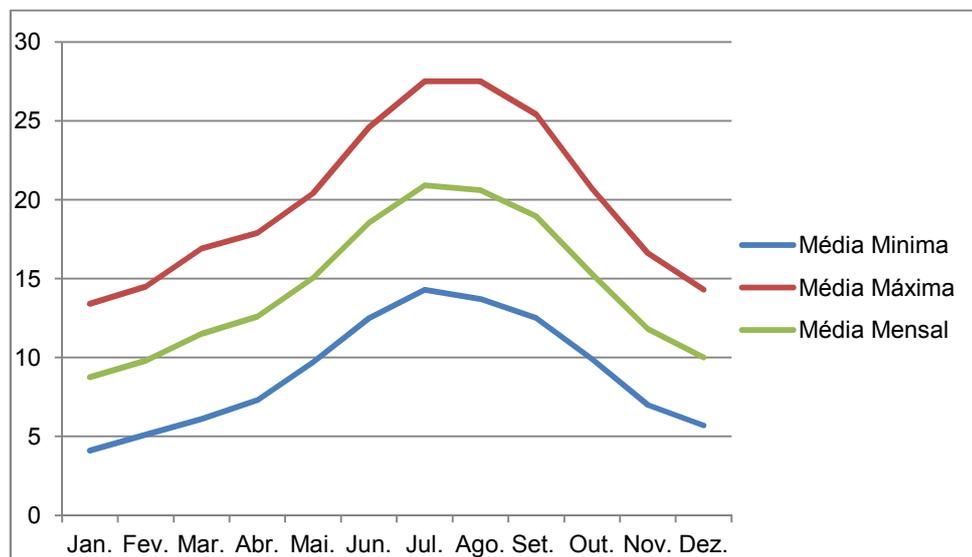


Gráfico 1- Gráfico que traduz as temperaturas médias máxima, mensal e mínima da cidade de Braga.

Fonte: www.Wikipedia.com

O clima está estreitamente relacionado com a sua localização geográfica, mais precisamente entre a serra do Gerês e o Oceano Atlântico. Trata-se de um clima mediterrânico de fação atlântica, ou seja, caracteriza-se pela manifestação de 4 estações bem definidas. Os invernos são bastante pluviosos e frios, geralmente com ventos moderados de sudoeste. A primavera e o outono são amenos e registam pequenas amplitudes térmicas. Os verões caracterizam-se pela frequência de dias muito quentes.

4.3. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo principal a caracterização do local selecionado, nomeadamente a sua qualidade ao nível do conforto térmico proporcionado aos utilizadores. Pretende identificar as suas principais estruturas construídas incluindo os locais destinados ao lazer, os pontos de água, os espaços verdes e os locais de passagem.

O estudo *in loco* foi realizado numa altura em que, foram registadas, excecionalmente, temperaturas muito elevadas para a época do ano.

4.4. Metodologia de Análise

O estudo do caso referente à presente dissertação - *Conforto Térmico em Espaços Públicos na Praça da Justiça em Braga*, realizou-se no âmbito do Mestrado Integrado no Curso de Engenharia Civil da Universidade do Minho. Este iniciou-se com uma recolha exaustiva de dados, mais concretamente com o registo de ocorrências ao nível da temperatura e velocidade do vento em diversos pontos identificados mais à frente.

Esta recolha realizou-se nos dias 3 e 4 do mês de setembro de 2013, no período compreendido entre as 10: 00 h e as 15: 00 h.

A fim de tornar este estudo mais esclarecedor, foram também realizadas contagens ao nível da circulação de veículos nas diversas ruas que cercam a Praça em análise, assim como contagens do número de utilizadores durante períodos do dia distintos.

Posteriormente, e para possibilitar uma análise mais específica, foi elaborado um mapa de localização de pontos de análise (ver Figura 21), assim como um quadro com as medições conseguidas quer ao nível da temperatura, quer ao nível da velocidade do vento, que serão analisados posteriormente, (ver Tabela 1).

4.5. Praça da Justiça – Braga

O local selecionado entra na classificação de “Praça de Serviços”, tendo este sido criado, principalmente para servir um edifício público o Tribunal Judicial de Braga (ver Figura 19), local que lhe justifica a denominação.

A Praça da Justiça apresenta uma forma retangular com as dimensões de 135m por 105m representando uma área total aproximada de 14175m².



Figura 19- Identificação da área de estudo

Fonte: www.maps.google.com - Elaborado pelo próprio

Trata-se de um espaço público com uma zona verde (Figura 20) correspondente a 3536m², representando aproximadamente apenas 25% de toda a área da Praça da Justiça, apresenta ainda na sua constituição um espelho de água com cerca de 1080 m² e um parque infantil com 135 m².



Figura 20- Zonamento das áreas verdes

Fonte: www.maps.google.com - Elaborado pelo próprio

Esta Praça caracteriza-se pela concentração transversal de várias tipologias de atividades, possuindo empresas do ramo comercial, alimentar e serviços, sendo esta última que mais a caracteriza.

Neste espaço podemos encontrar dentro do ramo comercial, lojas de cariz alimentar, espaços dedicados à estética, comércio de produtos para o lar, comércio de vestuário e calçado, e ainda comércio imobiliário. Ao nível do comércio alimentar, a tipologia predominante são os cafés e pastelarias, supermercados e minimercados, havendo também a existência de alguma restauração.



Figura 21- Praça da Justiça em Braga

Fonte: Elaborado pelo próprio

No que respeita à existência de serviços, esta é a tipologia de atividade que mais se faz representar, pois aqui se concentram vários edifícios dedicados com esta função, nomeadamente, o já referido Tribunal Judicial de Braga (Figura 21) e respetivo parque de estacionamento localizado sob a Praça, a delegação de Braga do Instituto de Segurança Social, um posto dos CTT, um posto da Polícia de Segurança Pública assim como a Direção Regional de Agricultura e Pescas, Delegação do Norte. Ainda dentro desta atividade mas já noutra classificação existem, uma clínica de média dimensão, vários consultórios médicos, uma farmácia, um notário, inúmeros gabinetes de advocacia e outros de arquitetura e projetos.

Esta elevada concentração de atividades económicas de tão variadas classificações, faz deste um local de excelência para a proliferação de negócios empresas.

A Praça da Justiça é caracteristicamente um local funcional de passagem onde poucas são as pessoas que nele se fixam, mas muitas são as que o utilizam

4.6. Temperatura e velocidade do vento in loco

A avaliação as condições de conforto térmico de um espaço público requerem alguma dedicação e análise, assim tentou-se fazer uma distribuição equilibrada, pela Praça da Justiça em Braga, dos locais de recolha de dados de temperatura e velocidade do vento, sendo, desta forma, possível avaliar qual a influência da água, a influência dos espaços verdes e dos edifícios envolventes, nos valores registados.

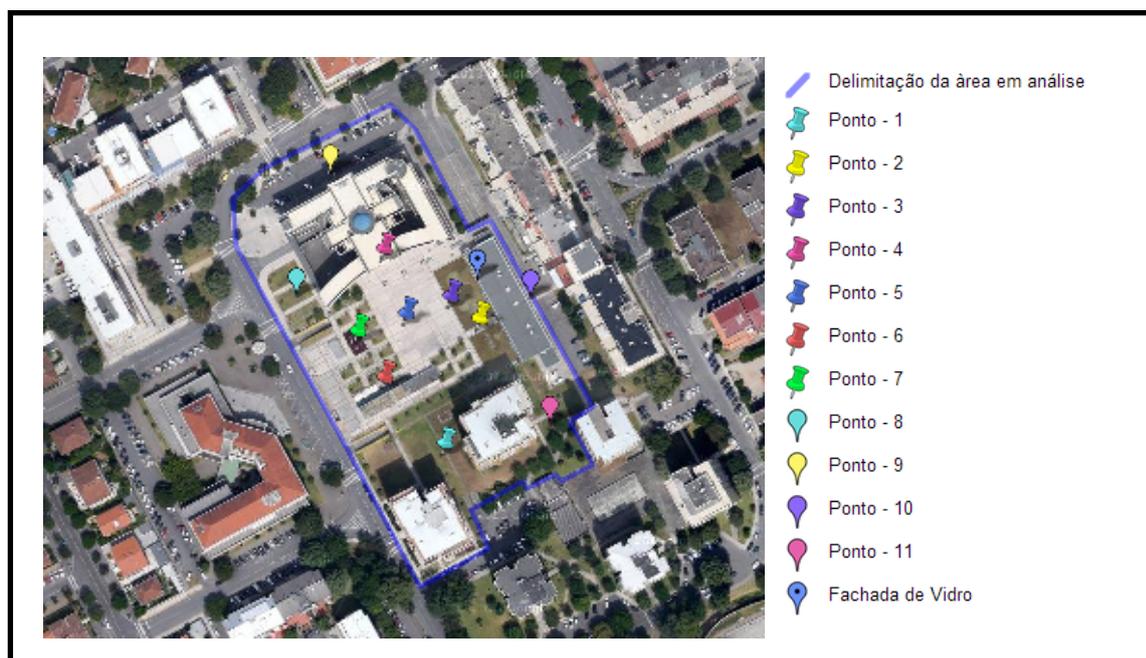


Figura 22- Mapa de identificação dos pontos alvo de medição de temperatura e velocidade do vento

Fonte: www.maps.google.com

Os registos que sofrerão análise posterior foram conseguidos através da utilização de um aparelho específico de medição de temperatura e velocidade do vento (Termo anemómetro Figura 23), colocado a uma distância de 1,5 m do solo. Os resultados obtidos foram depois compilados na tabela 1 que está diretamente associado aos pontos identificados na imagem a cima.



Figura 23- Termo anemómetro e sua utilização

Fonte: Elaborado pelo próprio

Pontos de Ensaio	Temperatura (°C)	V. Vento (m/s)
Ponto 1	28,60	0,70
Ponto 2	29,50	0,07
Ponto 3	29,90	0,07
Ponto 4	34,70	0,11
Ponto 5	36,20	0,11
Ponto 6	29,10	0,14
Ponto 7	31,80	0,06
Ponto 8	28,20	1,43
Ponto 9	28,00	0,66
Ponto 10	28,20	0,22
Ponto 11	26,00	0,17
Fachada de Vidro	37,00	0,05
Média	30,68	0,37

Tabela 1- Registos de Temperatura e Velocidade do Vento nos vários pontos de medição

Autor: Elaborado pelo próprio

Analisando os pontos identificados na Figura 22 e cruzando com os dados obtidos no estudo de campo apresentados na Tabela 1, conclui-se o seguinte:

Os valores mais elevados de temperatura estão diretamente ligados aos valores mais reduzidos da velocidade do vento. A temperatura mais elevada foi registada no ponto “Fachada de Vidro” com 37,00° C (ver Figura 23) onde, ao mesmo tempo, o vento era de 0,05 m/s. À medida que nos vamos afastando da fachada de vidro a temperatura vai diminuindo progressivamente, este fenómeno deve-se principalmente à influência do espelho de água representado pela fonte existente na Praça, Pontos 2 e 3 (ver Tabela 1).



Figura 24- Fonte existente na Praça da Justiça

Fonte: Elaborado pelo próprio

No entanto, à medida que nos vamos aproximando da área central da Praça, as temperaturas voltam a subir Ponto 4 e 5 (ver Tabela1 e Figura 22), esta situação é provocada pelo registo dos valores reduzidos de vento e agravada pela ausência total de sombra (ver Figura 25). Os baixos valores de velocidade do vento devem-se ao facto de o local se encontrar rodeado de edifícios quase formando um U, edifícios estes que devido ao seu afastamento e localização não produzem à hora de registo qualquer sombra que possibilite a diminuição da temperatura. Outra situação que agrava estes registos são os materiais utilizados (Calçada Portuguesa), na medida

em que, se caracteriza por um elevado poder de reflexão da luz solar devido à predominância da cor branca, agravando assim as temperaturas.



Figura 25- Pavimento existente na Praça da Justiça

Fonte: Elaborado pelo próprio

Se nos deslocarmos para os locais onde existem áreas verdes (ver Figura 26 e 27), podemos observar que as temperaturas registadas são conseqüentemente mais baixas Pontos 1, 8 e 11 (ver Tabela 1 e Figura 22). Neste contexto é possível observar que, o espaço ocupado por vegetação, mesmo que esta seja rasteira, tem uma grande influência na diminuição das temperaturas. Referindo, os Pontos 1 e 8 (ver tabela 1 e Figura 22), estes sofrem ainda a influência do vento que é mais significativo em ambos os registos pois encontram-se nas áreas mais a descoberto inseridas na Praça da Justiça.



Figura 26- Áreas verdes na Praça da Justiça

Fonte: Elaborado pelo próprio



Figura 27- Áreas verdes na Praça da Justiça

Fonte: Elaborado pelo próprio

Com registos um pouco dispares mas que se devem a condicionamentos específicos, estão o Ponto 7 e 6 (ver Tabela 1 e Figura 22). O Ponto 7 com $31,80^{\circ}$ C está localizado exatamente em cima de um parque infantil (ver Figura 28). Este

parque situa-se junto da zona central da Praça e tem uma barreira física provocada por uma parede, que faz parte do acesso ao parque de estacionamento subterrâneo localizado por baixo da Praça em estudo.



Figura 28- Parque Infantil existente na Praça da Justiça

Fonte: Elaborado pelo próprio

Esta situação faz com que os valores de temperatura sejam extremamente elevados e os valores de velocidade do vento extremamente baixos. O Ponto 6 (ver Tabela 1 e Figura 22) tem uma temperatura de $29,10^{\circ}$ C, está localizado em cima da esplanada do café Tribuna (ver Figura 29). Este local encontra-se ainda influenciado pela sua proximidade à área central da Praça, no entanto regista uma temperatura inferior devido a um aumento na velocidade do vento e à influência da sombra provocada pelos guarda-sóis pertencentes ao referido café.



Figura 29- Esplanada existente na Praça da Justiça

Fonte: Elaborado pelo próprio

4.7. Circulação de veículos por períodos do dia

De modo a contabilizar os níveis de tráfego, na área de estudo, realizaram-se cinco medições em cada período do dia analisado. Cada medição consistiu na contagem do número de veículos que circularam em redor da Praça da Justiça durante um minuto, os resultados obtidos encontram-se na Tabela 2.

Período do dia	10: 00 às 11: 00 h	12: 00 às 13: 00 h	14: 00 às 15: 00 h
Nº de veículos/min	25 26 29 27 25	33 34 28 30 29	30 32 33 36 29
Média	26	31	32

Tabela 2- Resultados da medição do número de veículos na Praça da Justiça

Fonte: Levantamento próprio, 2013

Fazendo uma caracterização do tráfego registado nas ruas que envolvem a praça em análise, observa-se que a circulação de veículos é mais elevada no período da tarde, mantendo-se constante durante as horas de maior calor. No que refere ao período da manhã este revela uma atividade ligeiramente inferior, no entanto ainda muito intensa.

4.8. Características dos Utilizadores

Os utilizadores de um determinado espaço são todos aqueles que dele usufruem de alguma forma, seja porque o utilizam apenas para efetuar o seu percurso a caminho de determinado local, seja como destino final e o utilizem para passar o tempo de que dispõe.

A Praça da Justiça, sendo um espaço público, possui um número considerável de utilizadores. Analisando os níveis de utilização no período compreendido entre as 10:00 e as 11:00 horas da manhã, Tabela 3, verifica-se que se encontravam um total de 18 pessoas em repouso e 26 em movimento, 24 destas pessoas são do sexo feminino superando os 20 utilizadores presentes do sexo masculino. A faixa etária mais representativa situa-se entre os 20 e 40 anos.

1ª Medição	Nº	2ª Medição	Nº	3ª Medição	Nº
Atividade					
Repouso	7	Repouso	5	Repouso	6
Movimento	8	Movimento	8	Movimento	10
Sexo					
Masculino	7	Masculino	4	Masculino	9
Feminino	8	Feminino	9	Feminino	7
Faixa etária					
0 - 20	0	0 - 20	1	0 - 20	1
20 - 40	10	20 - 40	7	20 - 40	8
40 - 60	5	40 - 60	4	40 - 60	6
60 +	0	60 +	1	60 +	1

Tabela 3- Resultados da medição de algumas características dos utilizadores da Praça da Justiça no período das 10:00 às 11:00 horas

Fonte: Levantamento próprio, 2013

Analisando os níveis de utilização no período compreendido entre as 12:00 e as 13:00 horas, Tabela 4, verifica-se que se encontravam um total de 31 pessoas em repouso e 48 em movimento, 41 destas pessoas são do sexo feminino dominando os 38 utilizadores presentes do sexo masculino. A faixa etária mais representativa continua a situar-se entre os 20 e 40 anos.

Neste período do dia verifica-se um aumento significativo de utilizadores passando de uma totalidade de 44 entre as 10:00 e as 11:00 horas da manhã para um total de 79 entre as 12:00 e as 13:00 horas.

1ª Medição	Nº	2ª Medição	Nº	3ª Medição	Nº
Atividade					
Repouso	12	Repouso	10	Repouso	9
Movimento	16	Movimento	14	Movimento	18
Sexo					
Masculino	13	Masculino	12	Masculino	13
Feminino	15	Feminino	12	Feminino	14
Faixa etária					
0 - 20	0	0 - 20	2	0 - 20	1
20 - 40	14	20 - 40	12	20 - 40	13
40 - 60	12	40 - 60	8	40 - 60	11
60 +	2	60 +	2	60 +	2

Tabela 4 - Resultados da medição de algumas características dos utilizadores da Praça da Justiça no período das 12:00 às 13:00 horas

Fonte: Levantamento próprio, 2013

Analisando os níveis de utilização no período compreendido entre as 14:00 e as 15:00 horas, Tabela 5, verifica-se novamente um aumento, de 79 para 92 utilizadores, comparando com os níveis totais registados no período entre as 12:00 e as 13:00 horas.

Neste período encontrava-se na Praça um total de 37 pessoas em repouso e 55 em movimento, 49 destas pessoas eram do sexo masculino ultrapassando os 43 utilizadores presentes do sexo feminino. A faixa etária mais representativa situa-se

entre os 20 e 40 anos com um total de 39 utilizadores, no entanto, neste período do dia, e ao contrário das horas anteriores, a faixa etária situada entre os 40 e os 60 anos de idade faz-se também representar por um número considerável de utilizadores, mais concretamente 31.

1ª Medição	Nº	2ª Medição	Nº	3ª Medição	Nº
Atividade					
Repouso	11	Repouso	12	Repouso	14
Movimento	18	Movimento	17	Movimento	20
Sexo					
Masculino	15	Masculino	16	Masculino	18
Feminino	14	Feminino	13	Feminino	16
Faixa etária					
0 - 20	2	0 - 20	2	0 - 20	4
20 - 40	13	20 - 40	12	20 - 40	14
40 - 60	10	40 - 60	11	40 - 60	10
60 +	4	60 +	4	60 +	6

Tabela 5- Resultados da medição de algumas características dos utilizadores da praça da Justiça no período das 14:00 às 15:00 horas

Fonte: Levantamento próprio, 2013

4.9. Síntese

O estudo do Conforto Térmico da Praça da Justiça em Braga permite-nos tirar algumas conclusões relativamente a esta Praça. Ao nível das temperaturas e vento registados, pode concluir-se que esta não é uma praça onde predomine a sensação de conforto por parte dos utilizadores, razão que determina um elevado número de utilizadores em movimento, valores que são em todos os momentos superiores aos valores de utilizadores em repouso.

Poucas são as pessoas que aqui se concentram e aproveitam tranquilamente o espaço durante longos períodos do dia.

Esta é uma praça onde, nos poucos espaços verdes, domina a vegetação rasteira, interferindo de forma quase insignificante nos valores gerais de temperatura.

Estas condições associadas ao facto de este se tratar de um espaço destinado aos serviços, fazem desta Praça um local pouco utilizado para Lazer e repouso, pois em dias de calor regista temperaturas muito elevadas e os mecanismos utilizados para reduzir a temperatura de forma a atrair utilizadores, são muito reduzidos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Conclusões

As cidades modernas caracterizam-se por espaços públicos amplos e com pouca vegetação. Esta situação afeta diretamente o clima e habitabilidade das cidades. A baixa representatividade da vegetação urbana resulta no aquecimento do ar nestas zonas, provocando a formação da chamada ilha de calor.

Isto é, o clima urbano é consequência de uma conjugação dos fatores urbanos com o clima de uma determinada região, associando a influência da orografia à ação do Homem. As intervenções antrópicas interferem na paisagem natural convertendo-a num ambiente predominantemente impermeabilizado. Estes fatores determinam a ausência de homogeneidade no clima de uma cidade, principalmente conjugados com o tipo de usos do solo, a densidade populacional, a percentagem de áreas verdes, e, conseqüentemente os níveis de emissões de gases poluentes.

A introdução de vegetação num espaço urbano regula a temperatura ambiente reduzindo os processos metabólicos provocados pela radiação solar, pois reduz a temperatura circundante aos espaços verdes assim como acontece junto das estruturas com água tal como foi descrito nos capítulos 2 e 3.

A elaboração da presente dissertação permitiu compreender a evolução do clima urbano e, principalmente, o seu efeito no conforto térmico dentro dos espaços públicos de uma cidade. Facilmente se conclui que são as várias atividades desenvolvidas na urbe, que fazem as temperaturas disparar para valores bem acima dos registados nas periferias. Estes registos associados a altas taxas de densidade populacional transportam-nos para uma necessidade permanente de transformar estes espaços, principalmente os espaços públicos dentro das cidades, em locais aprazíveis e atrativos que proporcionem aos habitantes e seus utilizadores, um conforto capaz de os levar a passar aqui uma parte maior e agradável do seu tempo.

Verifica-se que atualmente são desenvolvidas variadíssimas estratégias para minimizar os efeitos de excesso de calor dentro das cidades. Alguns espaços públicos, uns de lazer, outros de serviços, estão agora dotados de estruturas capazes de, através da água ou através da sombra, provocar uma diminuição das temperaturas e em simultâneo atrair os utilizadores.

No que refere ao local alvo de investigação, foi possível constatar que também este, em consonância com todos os espaços pertencentes à zona central de uma cidade, sofre a influência do clima urbano. Os seus registos de temperaturas são extremamente elevados para a tipologia de clima da região e no que refere aos ventos, estes são menos elevados na Praça da Justiça, do que os que se registam nesta área geográfica. Consequentemente o número de utilizadores permanentes deste local é extremamente reduzido, sendo no entanto um espaço com elevada utilização por parte dos utilizadores em movimento, situação que se deve principalmente à grande concentração de serviços na zona envolvente.

5.2. Sugestões possíveis a desenvolver futuramente na Praça da Justiça em Braga

Tal como já foi mencionado anteriormente nesta dissertação, existem várias possibilidades, a ser implementadas nos espaços públicos, que podem interferir de forma drástica quer na redução da temperatura quer nos níveis de utilização.

A Praça da Justiça em Braga, sendo um local caracteristicamente ao serviço de diversas instituições públicas e espaços de serviços, tem uma utilização permanente bastante reduzida, no entanto é um dos poucos espaços públicos da zona da cidade onde se localiza. Desta forma, poderiam ser implementadas futuramente algumas medidas que viessem contrariar a tipologia predominante de utilização.

Considerando que a arborização tem obrigatoriamente que ser reduzida, pelo facto de esta se situar sobre um parque de estacionamento subterrâneo e que existe já uma estrutura associada à água que proporciona alguma redução local da temperatura, poderiam ser introduzidas estruturas que proporcionassem sombras a fim de incentivar os utilizadores a passar maiores períodos de tempo neste local. Se analisarmos alguns dos espaços que constituem esta praça, verificamos que o parque infantil, assim como a área central deste espaço público e os espaços preenchidos a vegetação rasteira, não possuem qualquer estrutura de sombra.

Trata-se infelizmente de um espaço subaproveitado, no entanto com inúmeras potencialidades, pois não é detentor de conforto térmico nem tão pouco dinamizado de forma a atrair utilizadores. Um exemplo de dinamização que pode ser seguido futuramente, é uma adaptação ou inspiração em espaços como o do Getty Center em Brentwood, Los Angeles mencionado no capítulo 3. As estruturas de sombra aí adotadas, são uma solução perfeita para o excesso de incidência solar na Praça da Justiça.

Considerando que a praça alvo de estudo não pode suportar árvores de grande porte devido à existência de um parque de estacionamento subterrâneo, sugere-se a colocação estratégica destas estruturas formadas com cabos de ferro destinadas a guiar plantas trepadeiras que não necessitam de grandes quantidades de substrato para sobreviver.

Este tipo de construções permite criar efeito de sombra e em simultâneo tornar a praça mais atrativa em termos de imagem, permitindo também renaturalizar este espaço através de estruturas verdes que irão interferir diretamente no conforto térmico dos utilizadores da praça.

Podem também ser criadas as estruturas de água adicionais, na medida em que estas proporcionam um arrefecimento radical do ar no ambiente envolvente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, L.V.; Voltani, E.; Rodrigues, C.E; Kowaltowsky, D.C.C.K. Avaliação de desempenho do ambiente construído-apo prédio. Campinas, 2008.

Águas, M.P.N. Energia em Edifícios. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2001

Alcoforado, M.J. Aplicação da climatologia ao planeamento urbano. Alguns apontamentos. Finisterra, XXXIV, 67-68, 1999, pp. 83-94, 1999.

Almeida, A.L. O valor das árvores. Árvores e floresta urbana de Lisboa. Lisboa, 2006a.

Andrade, H. O Clima Urbano. Natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Finisterra, XL, 80, pp. 67-91, 2005.

Arquivo Distrital de Braga. Mapa das Ruas de Braga. Braga, Universidade do Minho, 1989 - 1991, 2 vol.

Bandeira, Miguel Sopas de Melo. O espaço urbano de Braga: obras públicas, urbanismo e planeamento (1790-1974). 3 vols. Braga, Universidade do Minho, 2001. (Tese de mestrado não publicada).

Bartholomei, C.L. Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. Universidade Estadual de Campinas, 2003.

Braga, Guia Turístico. Braga, Edições Espaço, Setembro de 1985.

Cabral, F.C. Fundamentos da arquitetura paisagista. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa, 1993.

Carta Europeia dos Direitos dos Peões. The European Parliament, 1988.

Cidades e Alterações Climáticas. Que futuro? CEG, Universidade de Lisboa, 2008.

CONCEIÇÃO, Renata Leitão da; DAMASCENO, Emília de Oliveira. Variações termo-higrométricas e sua relação com o uso do solo durante a estação seca na cidade de Belém-Pará. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Pará, Belém, 2007

Fanger, P.O. Thermal comfort – analysis and applications in environmental engineering. Robert E. Krieger Publishing Company. Florida, 1982.

FEIO, Alberto. Coisas Memoráveis de Braga e outros textos. Braga, Biblioteca Pública de Braga, 1984.

Ferreira, F.L. Medição do albedo e análise da sua influência na temperatura superficial dos materiais. Racine T.A. Prado. São Paulo, 2003.

Frota, Anésia Barros. Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo. 7. ed. - São Paulo: Studio Nobel, 2003.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual de Conforto Térmico. São Paulo: Studio Nobel, 2003

GARCIA, M. C. M.. Climatologia urbana. Barcelona: Universidade de Barcelona, 1999.

GIVONI, B. Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: John Wiley & Sons, 1998.

Goitia, F.C. Breve história do urbanismo. Editorial Presença.

Golany, G.S. Urban Design Morphology and Thermal Performance. Atmospheric Environment. Universidade Estatal de Pensilvânia, 1995.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Arborização e Conforto Térmico no Espaço Urbano: Estudo de Caso nas Praças Públicas e Presidente Prudente (SP). Caminhos de Geografia 7 (10) 94-106, 2003

Guia de Braga, Arte e Turismo. Braga, Câmara Municipal de Braga, 1959.

Lamberts, R.; Dutra, L.; Pereira, F.O.R. Eficiência energética na arquitectura. PW Editores. São Paulo, 1997.

LANDSBERG, Helmut E.. The urban climate. New York: Academic Press, 1981.

Leveratto, M. J. Proposta de um método para analisar as condições microclimáticas em espaços urbanos. Fortaleza, 1999.

LOMBARDO, M. A. Ilha de Calor nas Metrôpoles: O exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

Nowak, D. J. The effects of urban forests on the physical environment. In: urban forests and trees proceedings. Bruxelles, 2001.

OKE, T. R. Boundary layer climates. London: Methuen, 1978.

Oliveira, Eduardo Pires de Braga: Evolução da estrutura urbana. Braga, Câmara Municipal, 1982.

Passos, José Manuel da Silva. O bilhete-postal ilustrado e a história urbana de Braga. Lisboa, Caminho, 1996.

Pereira, M.M. Praças públicas sustentáveis. Caso de renovação das praças. Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

Pitton, S.E.C. As cidades como indicadores de alterações térmicas. FFLCH, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

Ruas, A.C. Avaliação de conforto térmico: contribuição a aplicação prática das normas internacionais. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1999.

Saito, I.; Ishihara, O.; Katayama, T. Study of the effect of green areas on the thermal environment in an urban area. Energy and Buildings, 493.498, 1991.

SANTANA, A. M. S. O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1977.

Tryväinen, L.; Pauleit, S.; Seeland, K.; Vries, S. Benefits and uses of urban forest and trees. In: Konijnendijk, C.C.; Nilsson, K.; Randrup, T. B.; Schipperijn, J. Berlin, 2005