

Potenciais impactes no Conforto Bioclimático do Parque da Cidade gerados pelo Projecto de Qualificação da Avenida Marginal do Parque da Cidade do Porto

Ana Monteiro¹, Helena Madureira²

Este projecto executar-se-á num contexto climatológico caracterizado por:

- temperaturas médias mensais mínimas entre os 4.9°C em Janeiro e os 14.9°C em Julho;
- temperaturas médias mensais máximas entre os 13.1°C em Janeiro e os 24.7°C em Agosto;
- uma grande variabilidade da temperatura mínima nos meses de Inverno;
- um período de Verão que se inicia a partir de finais de Junho e prolonga-se até finais de Agosto;
- um período de Inverno que se prolonga desde finais de Novembro até ao fim de Fevereiro;
- totais mensais de precipitação consideráveis à excepção de Julho e Agosto;
- uma humidade relativa média anual sempre muito elevada (>75%);
- ventos predominantes de NW no Verão e de E no Inverno;
- vento durante quase todo o ano com velocidades acima dos 20Km/h (5,5 m/s);
- velocidades do vento nos meses de Verão, por exemplo em Agosto, muito idênticas às atingidas nos meses de Inverno e, não raras vezes, superiores às do Outono;
- uma predominância de situações anticiclónicas à superfície e de circulação em altitude meridiana.

A aplicação de alguns índices de conforto bioclimático quer aos dados da única estação climatológica secular existente na região -Porto-Serra da Pilar- quer aos valores obtidos nas medições itinerantes que efectuámos na área de intervenção deste Projecto permitem-nos deduzir que se trata de um lugar cuja conjuntura climatológica traduz razoáveis condições de conforto durante os meses de Verão (Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro e Outubro). Nesta época do ano a temperatura ultrapassa os 15°C e a humidade relativa ronda os 70%. Entre Novembro e Abril a área onde se inscreverá este projecto regista, frequentemente, condições desconfortáveis frias. A temperatura desce abaixo dos limiares de conforto térmico recomendados, por exemplo, por Carrier.

Utilizando os índices da tabela de Mahoney para os limites de conforto térmico constata-se, de facto, que o binómio temperatura-humidade cria condições, durante a maior parte do ano, abaixo dos limites de bem-estar (F). As condições de conforto térmico só são atingidas, nesta área durante o dia e apenas entre Junho e Setembro³. Durante a restante parte do ano, mesmo durante o dia, a ambiência

¹ Professora auxiliar, de nomeação definitiva, do curso de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP)

² Bolseira do Projecto PRAXIS XXI /PCSH/GEO/198/96 CLIAS da Fundação de Ciência e Tecnologia e Mestranda do Curso de Mestrado em Ambiente e Projecto Urbano da FEUP/FAUP.

Colaboraram ainda, na realização do trabalho de campo, os estudantes de Geografia: Ângela Maciel, Fernando Maia, Lídia Monteiro, Susana Graça e José Horta,

³ Em Agosto de 1999 verificámos que a excelente exposição solar e a existência de algumas situações de abrigo favorecem a ocorrência de momentos de excessivo aquecimento (ver índice termo-anemométrico de Siple e THI de Thom no capítulo 6 deste relatório).

A combinação temperatura-humidade (THI), registada ao longo do dia no Parque da Cidade, durante uma curta experiência de medições itinerantes de alguns elementos climáticos, efectuada durante Agosto de 1999, revelou valores de THI entre 21 e 28°C. Estes valores, sempre acima dos 20°C, indicam **desconforto**, por excessivo aquecimento do meio exterior, já evidenciada pelos K encontrados na aplicação da fórmula do complexo termo-anemométrico.

A combinação temperatura-vento (K), registada ao longo do dia no Parque da Cidade, durante a mesma curta experiência de medições itinerantes de alguns elementos climáticos, efectuada durante Agosto de 1999,

climatológica é desconfortavelmente fria. As noites, são, em qualquer época do ano, desconfortáveis⁴.

Mesmo durante o Verão, esta área, muito próxima do mar, é frequentemente afectada por nevoeiros de advecção litoral gerados pela condensação da humidade da baixa atmosfera em contacto com águas do mar mais frescas. Este fenómeno típico da época estival, ocorre sobretudo entre o início da madrugada e as primeiras horas da manhã, arrastando-se ao nível do solo para o interior.

Para mitigar as condições de desconforto particularmente no Outono e Inverno, época em que esta área é, do ponto de vista climatológico consideravelmente **repulsiva**, bastará incluir, neste e noutros projectos, arranjos paisagísticos, volumetrias e materiais de construção, capazes de promover a criação de condições artificiais de aprisionamento da energia solar e consumidoras do excessivo vapor de água disponível.

A protecção dos edifícios e das infraestruturas dos ventos de E e SE, predominantes durante o Inverno e Primavera será também um elemento que, incluído na fase de concepção deste projecto acrescentará benefícios significativos para o bem-estar dos utilizadores. A criação de volumetrias diferenciadas geradoras de efeito de barreira a estes fluxos de ar frios e húmidos, poderia contribuir para criar alguns mosaicos climáticos no interior do Parque, onde os espaços de lazer e recreio ao ar livre seriam mais aprazíveis, e as condições térmicas menos desconfortáveis.

A apreciação da qualidade, para o lazer e recreio, do Parque da Cidade, um equipamento junto ao mar (ICM), utilizando o índice de Sarraméa (1980) e efectuada a partir dos registos das Normais Climatológicas 1951-80 do I.M. para a estação de Porto-Serra do Pilar⁵, mostra que em **Dezembro e Janeiro as condições são absolutamente repulsivas** e que só entre Maio e Setembro existem condições para qualquer actividade de recreio ao ar livre.

A construção de um viaduto, à cota de 12m, com uma extensão de aproximadamente 200m implicará certamente uma laminação dos fluxos de ar húmido de W, NW e SW, predominantes no Verão. Esta divergência propiciará alguns efeitos de aceleração e travagem que pode gerar algum desconforto na área envolvente embora concorra para diminuir a probabilidade de formação de nevoeiros de advecção. Nas manhãs e fins de tarde de Inverno, misturar-se-ão, provavelmente sob este viaduto, os fluxos de ar de E, frios e secos, com a brisa marítima mais quente e húmida.

É provável que durante a noite e início da manhã a visibilidade para quem circular neste viaduto seja prejudicada pelos frequentes nevoeiros, tanto mais que o contacto terra-mar se passará a fazer-se mais a nascente.

A suavização do declive entre o Parque e o mar e a abertura de um amplo canhão de penetração do ar de W e de NW, transferirá as matrizes climatológicas vividas

traduz valores de K entre 86 e 506 W/m², sugerindo também condições **desconfortáveis** devido ao **excessivo aquecimento** do ar.

⁴ Apesar de o Homem apenas utilizar este equipamento durante o dia, parece-nos pertinente deixar esta informação relativamente ao período nocturno uma vez que a fauna e a flora existentes plasmarão, no seu desenvolvimento fisiológico, este constrangimento e porque poderá contribuir para conhecer o mosaico climático em que estará inserido o viaduto projectado nesta área bem como os seus utilizadores.

⁵ Utilizamos os valores de Porto-Serra do Pilar porque para calcular este índice é necessário dispor dos registos da temperatura média do ar e do mar, do número de horas de sol, do total de precipitação, do número de dias com vento superior a 16m/s e do número de nevorieo, geada e neve, elementos disponíveis, na região, apenas nesta estação climatológica.

agora, nas diversas épocas do ano, junto ao passeio poente da rua da Esplanada do Rio de Janeiro, para leste. O aroma a maresia, a salinidade do ar, a frescura diurna estival ou a amenização da temperatura do ar invernal e a quotidiana alternância da brisa terra-mar e mar-terra passarão a penetrar no Parque da Cidade praticamente sem obstáculos.

A flora evidenciará isso mesmo, aumentando a inclinação dos seus troncos no sentido dos ventos mais velozes predominantes -os de S em Janeiro e Fevereiro e os de NW no resto do ano- e, exibindo os sinais típicos da presença de ar com grande teor de sal.

O aumento, em cerca de 10 000m², da área impermeabilizada neste trecho ocidental do Parque, diminuirá uma das fontes de vapor de água para a baixa atmosfera que, no entanto, neste contexto climatológico não se revelará significativo. O ar ambiente está frequentemente saturado ou sobressaturado pelo que não se notará, como acontece noutros lugares, o aumento da temperatura associado à ausência de consumos de energia na evaporação da água devido ao aumento das áreas impermeabilizadas.

A construção de um edifício na linha de contacto NW do Parque e do mar será do ponto de vista do conforto bioclimático uma potencialidade. Enquanto espaço de lazer contemplativo oferecerá condições de maior conforto térmico, higrométrico e anemométrico. Para outros tipos de actividade de recreio como a corrida, o ciclismo ou a marcha poderá ser usado como um espaço de refúgio, abrigo e descanso antes do contacto directo com o mar.

Em síntese, o **Projecto não provocará impactes negativos de grande intensidade**, ao nível do conforto bioclimático, desde que sejam implementadas algumas medidas de mitigação dos impactes no conforto dos utilizadores pela alteração do comportamento de alguns elementos climáticos. A utilização de um revestimento florístico que, para além das suas funções cosméticas de recriação de cenários atractivos, tenha como objectivo minimizar os efeitos de aceleração travagem dos ventos, o aumento dos nevoeiros e a perda de visibilidade, pode resolver a grande maioria dos impactes no conforto bioclimático dos utilizadores.

Quadro I - Síntese das características climatológicas da área do Porto
(valores registados na estação climatológica de Porto-Serra do Pilar entre 1951 e 1980).

Temperatura	média de Janeiro	9.3°C
	média de Julho	19.8°C
	amplitude anual	10.5° C
	média anual	14.4°C
	média das mínimas de Janeiro	5.2°C
	média das máximas de Julho e Agosto	24.8°C
	mínima absoluta	- 3.8°C (Fevereiro)
	máxima absoluta	38.2°C (Julho e Agosto)
Precipitação	total anual	1235.5 mm
	máxima diária	101.2 mm (Novembro)
	dias de chuva	148/ano

Nebulosidade	nebulosidade média anual	6/10 (9h); 6/10 (15h); 5/10 (21h)
	insolação média anual	2583 horas/ano
	insolação mínima em Janeiro	126 horas/mês
	insolação máxima em Julho	329 horas/mês
Vento	predominantes	E (Outono/Inverno) e NW (Verão)
	média anual da velocidade	18.1 Km/h ⁶

O **período mais chuvoso** inicia-se, nesta área, em **Outubro**, **culmina em Dezembro** e só atinge totais médios mensais abaixo dos 50 mm em **Julho** e **Agosto** (Monteiro, 1993).

Entre **Outubro** e **Fevereiro** são frequentes os **dias** com totais diários de precipitação iguais ou **superiores a 10 mm**. Apesar do número de dias com pluviosidade baixa substancialmente entre **Junho** e **Setembro**, não há nesta área nenhuma estação climatológica que tenha registado, em média, menos de 5 dias de chuva em qualquer dos meses desta época em que se espera menor pluviosidade (Monteiro, 1993).

Contabilizando exclusivamente os casos em que choveram **menos de 5 dias por mês**, constata-se que a probabilidade deles ocorrerem atinge mais de 50% em **Julho** e **Agosto**⁷ nesta área (Monteiro, 1993).

A humidade relativa às 9h é, em média, sempre **muito elevada** (>75%) em qualquer época do ano, o que se compreende face à grande proximidade do litoral e à inexistência de obstáculos à penetração do ar húmido (Monteiro, 1993).

O número de dias de nevoeiro, na região, é significativo especialmente entre **Outubro** e **Março** (Monteiro, 1993), embora haja, nas áreas mais próximas da linha de costa, como é o caso do **Parque da Cidade**, um notório aumento de dias com nevoeiro em **Julho** e **Agosto**.

A circulação do ar na área do Porto é, em **Outubro** e **Novembro**, **predominantemente de E**, podendo de acordo com a posição geográfica sofrer ligeiros desvios e ser de SE ou de NE, (Fig. 2). Entre **Junho** e **Agosto** os ventos **sopram predominantemente dos quadrantes W, NW ou SW** (Monteiro, 1993). Abril e Outubro são os meses que marcam a época do ano em que se inicia uma rotação no sentido e direcção predominantes do vento. A transição é gradual havendo, inicialmente, um aumento da frequência dos quadrantes N ou S e só depois passando a prevalecer os rumos de NW, situação que se manterá até Outubro. Nessa altura, o domínio dos quadrantes de E é também antecedida por um período em que há idêntica frequência deste e de qualquer dos outros quadrantes (Monteiro, 1993).

As **velocidades** médias mensais podem ultrapassar, em média, os **20Km/h** (5,5m/s), no Porto-Serra do Pilar em qualquer dos meses do ano, embora os quadrantes em que se registaram as velocidades mais elevadas raramente coincidam com os rumos mais frequentes (Monteiro, 1993).

No Porto-Serra do Pilar os ventos mais velozes foram, na maioria dos anos, os de S em Janeiro e Fevereiro e os de NW no resto do ano. As **maiores velocidades**

⁶ Vento bonançoso, escala 3 de Beaufort (3.4-5.4 m/s). O vento desdobra bandeiras leves, o cabelo é ligeiramente despenteado e as roupas podem esvoaçar.

⁷ A título meramente exemplificativo, a estação climatológica de Porto-Serra do Pilar registou, no mês de Julho de 1980 e de 1988, 83.8 mm e 72.5 mm, respectivamente.

ocorreram em **Março, Abril e Maio**. As velocidades atingidas nos meses de Verão, por exemplo em Agosto, são idênticas às atingidas nos meses de Inverno e superiores às do Outono (Monteiro, 1993).

As situações **anticiclónicas** foram, claramente, **predominantes** entre 1987 e 1997 (Monteiro, 1999). Foram as mais frequentes em 91 dos 132 meses que analisamos (Quadro II)⁸.

Apreciando a (ir)regularidade da sua frequência ao longo do ano (Quadro II), reparamos que em Junho, Julho, Agosto e Setembro as situações anticiclónicas foram as predominantes na quase totalidade dos anos estudados (10 em 11). Nos restantes meses do ano, embora tenham surgido sempre em mais de cinco dos onze anos, apenas sobressaiem Fevereiro, Março e Abril com 7 e 8 casos com predominância de situações anticiclónicas (Quadro II).

Entre Junho e Setembro, qualquer que seja o ano analisado, as situações anticiclónicas permaneceram por mais de 20 dias/mês (Quadro II).

Na totalidade dos 132 meses analisados destacam-se, no que respeita à recorrência com que se perpetuaram sobre a Portugal dias com situações anticiclónicas, os meses de:

- Julho de 1993 e Março de 1989 e de 1997 (28 dias);
- Janeiro, Setembro e Dezembro de 1988 e Agosto de 1995 (27 dias);
- Março de 1992, Julho de 1989 e de 1992 e Agosto de 1993 (26 dias).

As situações depressionárias, pelo contrário, não ocorreram, preferencialmente, em nenhum mês, embora em Outubro e Dezembro elas tenham predominado em 5 e 6 dos 11 anos estudados, respectivamente. Estes são, aliás, as únicas excepções, já que nos restantes meses em que foram mais frequentes, tal ocorreu em apenas entre 1 e 4 dos 11 anos analisados (Quadro II).

Janeiro de 1996 (com 27 dias) e Maio de 1997, Dezembro de 1989 e Novembro de 1997 (com 25 dias), foram meses, absolutamente excepcionais, em que se sucederam mais de 25 dias/mês sob a acção de situações depressionárias (Quadro II).

Escalpelizando um pouco mais a informação disponível e considerando que, dada a menor representatividade das situações depressionárias no total da amostra, podemos considerar que mais de 10 dias por mês sob influência de situações depressionárias constitui, já, uma frequência relativamente significativa, observamos que tal só aconteceu, com alguma regularidade, em Fevereiro, Abril, Outubro, Novembro e Dezembro (Quadro II).

Quadro II- Frequência de ocorrência de situações sinópticas anticiclónicas e depressionárias (1987-97).

⁸ Os 91 meses em que predominaram as situações anticiclónicas representam 69% enquanto os 41 em que se repetiram, com maior frequência, as situações depressionárias significam apenas 39% dos 132 meses analisados.

	1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997	
	Ant.	Dep.																				
Janeiro	10	21	27	4	16	15	23	8	22	9	23	2	14	2	2	10	13	18	1	27	13	13
Fevereiro	19	10	17	10	19	7	10	16	10	16	19	6	23	6	3	11	14	13	11	18	15	11
Março	23	7	25	6	28	3	12	15	12	12	26	5	23	5	18	2	23	8	12	19	28	0
Abril	11	17	14	13	10	19	20	10	14	10	14	10	10	10	17	10	24	6	13	9	13	13
Maió	19	11	12	19	19	10	24	6	25	3	16	8	4	8	10	19	16	10	14	14	4	25
Junho	24	4	16	14	23	2	19	9	22	7	19	9	18	9	21	8	18	12	22	6	13	17
Julho	23	7	22	7	26	4	25	6	18	6	26	3	28	3	24	7	22	8	*	*	24	7
Agosto	11	13	24	6	22	3	22	6	18	6	17	4	26	4	25	6	27	3	24	6	18	3
Setembro	18	6	27	2	24	5	22	8	*	*	17	4	9	4	20	10	20	10	19	10	22	4
Outubro	6	24	14	17	22	8	12	17	13	12	19	12	14	12	7	14	20	11	22	8	15	16
Novembro	20	10	19	10	6	24	20	10	13	11	16	10	4	10	10	10	6	4	11	7	5	25
Dezembro	14	17	27	2	5	25	20	10	25	6	16	12	7	12	21	10	11	19	9	21	8	12

Ant. - situações anticiclónicas

Dep. - Situações depressionárias

20 as situações anticiclónicas ultrapassaram as depressionárias
25 as situações depressionárias ultrapassaram as anticiclónicas

Relativamente à análise das **situações sinópticas em altitude** e considerando apenas os dois grandes tipos de circulação - zonal e **meridiana**- constatamos que houve, ao longo do período 1987-1997, o predomínio claro desta última sobre a outra.

C) A importância do Clima na qualificação de espaços de lazer e recreio

D) Conforto Bioclimático em áreas vocacionadas para o lazer e recreio ao ar livre

O lazer e recreio em áreas ao ar livre como é o **Parque da Cidade** exige uma planificação funcional criteriosa dos espaços disponibilizados para os diversos tipos de actividades -jogos, ciclismo, corrida, passeio, contemplação, etc.- de modo a propiciar as melhores condições de **conforto bioclimático** a cada um dos utilizadores.

O (des)conforto bioclimático para cada uma das actividades recreativas é avaliado, pelos utilizadores, a partir da combinação entre os níveis metabólicos exigidos pela actividade e a combinação de elementos climáticos presente no momento do seu desempenho (Quadro III).

Quadro III - Níveis metabólicos estimados para diferentes actividades (Garcia, 1995, modificado)

Actividade	Energia (W) ⁹
Sentado tranquilamente	120
Andar calmamente	230-290
Corrida moderada	290-400
Corrida acelerada	430-600

⁹ Recorde-se que $1,16W/m^2 = 1Kcal/m^2/h$.

Os elementos climáticos, sobretudo a temperatura, a humidade, o vento e a radiação solar condicionam o conforto dos utilizadores podendo ora incrementar as potencialidades, ora agravar os constrangimentos. Embora não exista um "ótimo climático" para cada uma das actividades recreativas é consensual que a **segurança**, a **qualidade cénica** e o **repouso biológico** proporcionados pelo estado de tempo são condições de atractividade da clientela potencial de um equipamento como é o **Parque da Cidade**.

Segurança de que a probabilidade de entrada de ondulação forte, de atracção de trovoadas e relâmpagos, de precipitações intensas etc., é fraca.

Qualidade cénica porque a ausência de nebulosidade e de precipitação propicia um céu mais azul e faz com que as cores dos elementos da paisagem ganhem brilho qualificando o cenário em que se desenrolará a actividade.

Repouso biológico porque a homeostasia é fundamental para poupar os seres humanos de esforços biológicos excessivos para activar mecanismos de compensação que permitam suportar temperaturas muito elevadas ou muito baixas, sem alterar a temperatura corporal (Quadro IV).

Quadro IV - Síntese das características climatológicas geradoras de "Ambiências (Des)Confortáveis" (extraído de Rodrigues, B., 1978¹⁰)

T°C acima dos 24°C Humidade Relativa acima dos 60%	Ambiência Quente Lassidão física e intelectual Transpiração ao mais pequeno movimento Mal-estar psíquico se a humidade relativa ultrapassar os 80%
T°C acima dos 30°C Humidade Relativa = 40%	Ambiência Quente Sensação incómoda de abatimento e cansaço Excitação nervosa, depressão, abrandamento do ritmo cardíaco
T°C ≥ 38°C Humidade Relativa = 70%	Ambiência Quente Pode ocasionar um "Golpe de Calor Fatal" (morte)
T°C ≤ 14°C Humidade Relativa = 70%	Ambiência Fria Constricção dos vasos sanguíneos dos dedos, orelhas e nariz
T°C entre os 0°C e os 10°C	Ambiência Fria Efeitos patológicos associados com a constricção dos vasos sanguíneos cujos efeitos podem ser irreversíveis se a exposição for prolongada

F) Caracterização da conjuntura climática na área de intervenção do Projecto de Qualificação da Avenida Marginal do Parque da Cidade

Na ausência de qualquer informação climatológica específica dentro do Parque da Cidade efectuámos uma série de recolhas de temperatura, humidade e vento ao longo de um percurso com 65 pontos de registo que abrangeu uma área superior à que corresponde à área de intervenção deste projecto (Fig. 3 e 10).

Considerámos que seria do maior interesse para a compreensão do funcionamento deste *subsistema climático* incluir no nosso percurso de medições itinerantes dos diversos elementos climáticos uma considerável língua de solo a E da área de intervenção onde a diferenciação altimétrica e a presença de mosaicos de água podem contribuir para explicar os contextos climatológicos existentes no local que virá a ser objecto deste projecto (Fig. 3 e 10).

¹⁰ RODRIGUES, B. "A bioclimatologia e a produtividade laboral", *Rev. Inst. Nac. Met. Geof.*, vol.1 (1) : 5, Lisboa, 1978.

Os constrangimentos impostos pelo tempo limitado de realização deste estudo obrigaram a restringir o diagnóstico climático a uma amostra de dados ao longo do **mês de Agosto de 1999**. Em cada um dos dias foram efectuados 13 percursos de registo entre as 8h e as 20h30m. A informação obtida foi analisada com o recurso à informação já coligida em anteriores trabalhos de investigação em climatologia urbana na cidade do Porto (Monteiro, 1993 e 1997), que nos permitem conhecer a matriz climatológica vivida no Parque da Cidade relativamente ao resto da cidade do Porto (Fig. 11).

A análise das anomalias térmicas encontradas no extremo oeste do **Parque da Cidade**, durante Agosto de 1999, ao longo do dia permitem concluir que:

- i) de manhã (entre as 8h e 10h), a área mais elevada, exposta a S., é a mais quente e, o extremo SW, baixo e sombrio, o mais frio (Fig. 12 e 13); junto ao lago a temperatura é ligeiramente mais elevada do que nas áreas próximas igualmente deprimidas e abrigadas;
- ii) durante a manhã (entre as 10h e as 12h) a área mais quente vai-se alargando e ocupando progressivamente todo o limite norte da área de intervenção (Fig. 14);
- iii) entre as 12h e as 13h, toda esta área do Parque da Cidade está bastante mais fresca do que a área mais oriental onde está localizada a estação do Laboratório de Geografia Física da FLUP (Fig. 15 e 16);
- iv) entre as 14h e as 15h, a área sul começa finalmente a aquecer enquanto os topos mais elevados a norte arrefecem rapidamente (Fig. 17 e 18);
- v) entre as 16h e as 20h esta área do Parque da Cidade está normalmente mais quente do que a área leste do Porto, onde está localizada a estação do Laboratório de Geografia Física da FLUP (Fig. 19 a 21).

G) A aplicação de alguns indicadores de (Des)Conforto Bioclimático na área do Parque da Cidade

Para avaliar o (Des)Conforto Bioclimático vivido no **Parque da Cidade** seleccionámos apenas alguns dos indicadores¹¹: o complexo termo-anemométrico (K)¹², o complexo termohigrométrico (THI)¹³, o índice de qualidade da estação estival (IS)¹⁴, o índice do carácter repulsivo de áreas litorais (ICM)¹⁵ e as curvas de conforto de Carrier.

A combinação temperatura-vento (K), registada ao longo do dia no **Parque da Cidade**, durante uma curta experiência de medições itinerantes de alguns

¹¹ Note-se que a utilização de cada um dos indicadores obriga à utilização de informação climatológica específica que, neste, como em muitos outros estudos, nem sempre existe. Assim, para a aplicação de alguns dos procedimentos metodológicos utilizaremos os registos obtidos nas medições itinerantes, noutros socorrer-nos-emos das *Normais Climatológicas* da estação de Porto-Serra do Pilar.

¹² Índice de Siple, P., Passel, C. (1945) em que o K é expresso em watts/m² de superfície corporal. O conforto acontece quando o K assume valores entre 350 e 700 W/ m². Abaixo de 350W/m² o organismo começa a desencadear os mecanismos de protecção contra o aquecimento excessivo da temperatura corporal. Acima de 700W/m² inicia-se a luta fisiológica contra o excessivo arrefecimento do corpo.

¹³ Índice de Thom, E. (1959) em que o THI é expresso em graus Celsius. O conforto acontece quando o THI assume valores entre 15 e 20°C.

¹⁴ Índice utilizado por Poulter, R. (1962) para avaliar a qualidade da estação estival no Reino Unido. Quanto maior for o valor de IS melhor é a estação estival.

¹⁵ Índice de Sarraméa, J. (1980) para avaliar as características atractivas/repulsivas para o lazer e recreio em áreas litorais. Quanto maior o valor mais atractivas são as condições climáticas para o lazer e recreio ao ar livre. Valores negativos significam a interdição absoluta a qualquer actividade recreativa ao ar livre e valores abaixo de 20 tornam-na pouco aconselhável.

elementos climáticos, efectuada durante Agosto de 1999, traduz valores de K entre 86 e 506 W/m² (Quadro V).

A aplicação deste índice (K), durante o mês de Agosto de 1999, à área do **Parque da Cidade** onde virá a ser efectuada esta intervenção de requalificação sugere condições **desconfortáveis** devido ao **excessivo aquecimento** do ar (Quadro V).

Quadro V - Complexo termo-anemométrico de Siple (1945), no Parque da Cidade, durante alguns dias de Agosto de 1999.

horas	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	17-Ago	18-Ago	19-Ago	20-Ago	21-Ago	22-Ago	23-Ago	24-Ago	26-Ago	27-Ago
8	-	435	262	296	-	334	291	352	347	246	253	325	506	-
9	-	205	257	282	329	305	431	325	282	273	298	257	309	257
10	86	199	203	268	280	271	235	289	248	250	417	169	371	221
11	93	171	194	250	253	-	360	280	250	201	399	92	271	185
12	98	144	100	217	339	-	353	255	219	192	192	126	335	246
13	98	242	175	324	349	-	314	381	169	167	168	147	303	-
14	90	196	114	169	374	196	328	223	196	133	192	158	178	221
15	107	78	68	185	223	185	332	244	178	228	196	151	264	138
16	110	196	147	239	356	183	364	237	174	253	201	176	356	260
17	99	267	250	212	226	223	403	374	183	165	180	203	328	285
18	113	156	289	260	367	374	403	-	174	250	199	-	271	328
19	127	221	407	321	268	431	446	-	210	342	235	-	321	364
20	160	424	476	385	316	463	518	-	287	381	277	-	371	410

A vermelho estão assinalados os momentos em que existe insuficiente arrefecimento do ar (< 350W/m²).

A combinação temperatura-humidade (THI), registada ao longo do dia no Parque da Cidade, durante uma curta experiência de medições itinerantes de alguns elementos climáticos, efectuada durante Agosto de 1999, traduz valores de THI entre 21 e 28°C (Quadro VI). Estes valores, sempre acima dos 20°, confirmam a indicação de **desconforto**, por **excessivo aquecimento** do meio exterior, já evidenciada pelos K encontrados na aplicação da fórmula do complexo termo-anemométrico (Quadro V).

Quadro VI - Complexo termohigrométrico de Thom (1959), no Parque da Cidade, durante os momentos de máximo térmico de alguns dias de Agosto de 1999.

12-Ago	13-Ago	14-Ago	17-Ago	18-Ago	19-Ago	20-Ago	21-Ago	22-Ago	23-Ago	24-Ago	26-Ago	27-Ago
25 (10h)	26 (15h)	28 (15h)	22 (12h)	23 (15h)	22 (13h)	21 (14h)	23 (13h)	25 (14h)	24 (13h)	25 (11h)	24 (15h)	25 (15h)

No Parque da Cidade o elevado teor de vapor de água, sempre presente no ar, faz com que a sensação térmica seja **desconfortavelmente quente** mesmo que a temperatura não seja muito elevada. A presença de humidade relativa elevada afecta também o sistema respiratório prejudicando as trocas e renovação do ar entre o organismo e o exterior.

A apreciação da qualidade, para o lazer e recreio, do Parque da Cidade, um equipamento junto ao mar (ICM), utilizando o índice de Sarraméa (1980) e efectuada a partir dos registos das Normais Climatológicas 1951-80 do I.M. para a estação de Porto-Serra do Pilar¹⁶ (Quadro VII), mostra que em **Dezembro e Janeiro as condições são absolutamente repulsivas** e que só entre Maio e Setembro existem condições para qualquer actividade de recreio ao ar livre.

¹⁶ Utilizamos os valores de Porto-Serra do Pilar porque para calcular este índice é necessário dispor dos registos da temperatura média do ar e do mar, do número de horas de sol, do total de precipitação, do número de dias com vento superior a 16m/s e do número de nevarieiro, geada e neve, elementos disponíveis, na região, apenas nesta estação climatológica.

Quadro VII - Índice de atractividade (ICM) de equipamentos de lazer e turismo próximos do litoral de Sarraméa (1980) aplicado aos registos climatológicos de Porto-Serra do Pilar.

ICM			
Jan	-1,96	Jul	37,0
Fev	3,08	Ago	31,2
Mar	8,83	Set	25,7
Abr	17,5	Out	18,4
Mai	21,9	Nov	8,5
Jun	30,6	Dez	-0,6

De acordo com as Curvas de Conforto de Carrier (Fig. 22), o Parque da Cidade apresenta uma combinação termohigrométrica no Inverno do tipo B (frio) e, no Verão do tipo C (conforto).

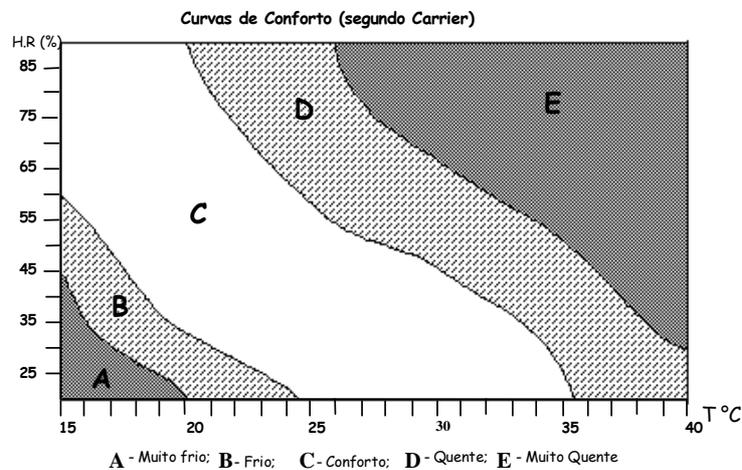


Fig. 22 - Diagrama de Conforto segundo Carrier (adaptado de Rodrigues, 1978).

O contexto climatológico que caracteriza a área NW da cidade do Porto traduz-se em **razoáveis condições de conforto** durante os meses de **Verão** (entre Maio e Outubro). Nesta época do ano, a temperatura ultrapassa os 15°C e a humidade relativa ronda os 70%. Entre **Novembro e Abril** a área envolvente deste projecto regista, frequentemente, **condições desconfortáveis**. A temperatura desce abaixo dos limiares de conforto térmico recomendados por Carrier (adaptado de Rodrigues, 1978¹⁷).

Utilizando os índices da tabela de Mahoney¹⁸ para os limites de conforto térmico (Quadro VIII), constata-se, de facto, que o binómio temperatura-humidade cria condições, durante a maior parte do ano, **abaixo dos limites de bem-estar** (F).

¹⁷ RODRIGUES, B. - "A Bioclimatologia e a produtividade laboral", *Rev. Inst. Nac. Met. Geof.*, vol.1(1):5-71, Lisboa, 1978, p.49.

¹⁸ - L.R.MASCARÓ, 1983-*Luz, clima e arquitectura*, Livraria Nobel SA, S.Paulo, p.165-182

Quadro VIII - Tabela de Mahoney aplicada aos registos da estação climatológica de Porto- Serra do Pilar.

TEMPERATURA DO AR

Temp.°C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. m. mensais	13,4	14,0	15,9	17,9	20,0	22,6	24,8	24,8	23,7	21,0	16,6	13,8
Min. m. mensais	5,2	5,5	7,0	8,3	10,4	13,2	14,8	14,3	13,5	11,1	7,5	5,5
Variações m mensais	8,2	8,5	8,9	9,6	9,6	9,4	10,0	10,5	10,2	9,9	9,1	8,3

25	15
5	20

Humidade (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. m. mensais	88	86	82	76	75	75	74	78	81	84	86	88
Min. m. mensais	71	68	65	63	65	65	62	61	64	66	68	71
Média	80	77	74	70	70	70	68	70	73	75	77	80
Grupo de Humidade	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Pluviosidade(mm)	179	167	145	93	87	52	17	28	62	124	119	164
Vento												
dominante	E	E	E	NW	NW	NW	NW	NW	NW	E	E	E
secundário	SE	S	NW	E	W	W	W	W	E	SE	SE	SE

1237
TOTAL

DIAGNÓSTICO - LIMITES DE CONFORTO

Temp.°C	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máx. m. mensais	13,4	14,0	15,9	17,9	20,0	22,6	24,8	24,8	23,7	21,0	16,6	13,8
Máximo	25	25	25	28	28	28	28	28	25	25	25	25
Mínimo	20	20	20	21	21	21	21	21	20	20	20	20
Grupo de Humidade	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	4
Min. m. mensais	5,2	5,5	7,0	8,3	10,4	13,2	14,8	14,3	13,5	11,1	7,5	5,5
Máximo	20	20	20	21	21	21	21	21	20	20	20	20
Mínimo	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
RIGOR TÉRMICO												
Dia	F	F	F	F	F	BE	BE	BE	BE	BE	F	F
Noite	F	F	F	F	F	F	BE	BE	F	F	F	F

As condições de **conforto térmico** só são atingidas, nesta área apenas **durante o dia e só entre Junho e Setembro** (Quadro VIII). Durante a restante parte do ano, mesmo durante o dia, a ambiência climatológica é desconfortavelmente fria. As noites, são, em qualquer época do ano, desconfortáveis (Quadro VIII).

Mesmo durante o Verão, esta área, muito próxima do mar, é frequentemente afectada por nevoeiros de advecção litoral gerados pela condensação da humidade da atmosfera em contacto com águas mais frescas. Este fenómeno típico da época estival, ocorre sobretudo entre o início da madrugada e as primeiras horas da manhã, arrastando-se ao nível do solo para o interior.

Assim, seria recomendável que particularmente no Outono e Inverno, época em que esta área é, do ponto de vista climatológico consideravelmente **repulsiva**, fossem incluídas no projecto arranjos paisagísticos, volumetrias e materiais de construção, capazes de promover a criação de "condições artificiais" minimizadoras do desconforto para os visitantes deste Parque Urbano.

A título exemplificativo seria **desejável proteger os edifícios dos ventos de E e SE**, predominantes durante o Inverno e Primavera. A criação de volumetrias diferenciadas geradoras de efeito de barreira a estes fluxos de ar frios e húmidos, poderia contribuir para criar alguns mosaicos climáticos no interior do Parque, onde os espaços de lazer e recreio ao ar livre seriam mais aprazíveis, e as condições térmicas menos desconfortáveis (Quadro VIII).

H) Matriz de avaliação dos impactes no conforto bioclimático gerados pelo Projecto de Qualificação da Avenida Marginal do Parque da Cidade do Porto

O diagnóstico climático efectuado e a inventariação das combinações de temperatura, humidade e vento permitem-nos agora estimar alguns dos **potenciais impactes positivos e negativos** que o conjunto de elementos a introduzir na paisagem pelo Projecto de Requalificação da Frente Urbana Oeste do Parque da Cidade poderão criar (Fig. 23 e 24).

A construção de um viaduto, à cota de 12m, com uma extensão de aproximadamente 200m implicará certamente uma laminação dos fluxos de ar húmido de W, NW e SW, predominantes no Verão. Esta divergência propiciará alguns efeitos de aceleração e travagem que pode gerar algum desconforto na área envolvente embora concorrera para diminuir a probabilidade de formação de nevoeiros de advecção (Fig. 23 e 24). Nas manhãs e fins de tarde de Inverno, misturar-se-ão, provavelmente sob este viaduto, os fluxos de ar de E, frios e secos, com a brisa marítima mais quente e húmida.

É provável que durante a noite e início da manhã a visibilidade para quem circular neste viaduto seja prejudicada pelos frequentes nevoeiros, tanto mais que o contacto terra-mar se passará a fazer-se mais a nascente (Fig. 23 e 24).

A suavização do declive entre o Parque e o mar e a abertura de um amplo canhão de penetração do ar de W e de NW, transferirá as matrizes climatológicas vividas agora, nas diversas épocas do ano, junto ao passeio poente da rua da Esplanada do Rio de Janeiro, para leste. O aroma a maresia, a salinidade do ar, a frescura diurna estival ou a amenização da temperatura do ar invernal e a quotidiana alternância da brisa terra-mar e mar-terra passarão a penetrar no Parque da Cidade praticamente sem obstáculos (Fig. 23 e 24).

A flora evidenciará isso mesmo, aumentando a inclinação dos seus troncos no sentido dos ventos mais velozes predominantes -os de S em Janeiro e Fevereiro e os de NW no resto do ano- e exibindo os sinais típicos da presença de ar com grande teor de sal.

O aumento, em cerca de 10 000m², da área impermeabilizada neste trecho ocidental do Parque, diminuirá uma das fontes de vapor de água para a atmosfera que, no entanto, neste contexto climatológico não se revelará significativo. O ar ambiente está frequentemente saturado ou sobressaturado pelo que não se notará, como acontece noutros lugares, o aumento da temperatura associado à ausência de consumos de energia na evaporação da água devido ao aumento das áreas impermeabilizadas.

A construção de um edifício na linha de contacto NW do Parque e do mar será do ponto de vista do conforto bioclimático uma potencialidade. Enquanto espaço de lazer contemplativo oferecerá condições de maior conforto térmico, higrométrico e anemométrico. Para outros tipos de actividade de recreio como a corrida, o ciclismo ou a marcha poderá ser usado como um espaço de refúgio, abrigo e descanso antes do contacto directo com o mar.

Os impactes no conforto bioclimático gerados pela inserção de um viaduto a cota baixa, nesta área do Parque da Cidade revelam-se negligenciáveis.

Em síntese, o **Projecto não provocará impactes negativos** de grande intensidade, ao nível do conforto bioclimático e traduzir-se-á, na globalidade, numa acção com um **impacte positivo significativo** uma vez que introduz vitalidade numa área deste equipamento que estava, até agora, absolutamente abandonada.

Os impactes negativos podem ser minorados desde que sejam implementadas algumas medidas simples de mitigação no que respeita à utilização de um revestimento florístico que, para além das suas funções cosméticas de recriação de cenários atractivos, tenha como objectivo minimizar os efeitos de aceleração travagem dos ventos, o aumento dos nevoeiros e a perda de visibilidade, pode resolver a grande maioria dos impactes no conforto bioclimático dos utilizadores.