



AMBIENTE TÉRMICO DE UMA REGIÃO ESPECÍFICA DE PARIS EM SITUAÇÃO DE VERÃO

Flávia C. Osaku Minella (1); Eduardo L. Krüger (2)

(1) Arquiteta, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, flavia.osaku@gmail.com

(2) Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, ekruger@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Sete de Setembro, 3165 – CEP 80230-901 – Curitiba/PR
Tel.: (41) 3310-4725

RESUMO

Grand Paris foi o nome dado a um conjunto de propostas, apresentado em 2007, para que servisse de referência para uma Paris do século XXI. O entorno da estação ferroviária de *Gare de l'Est*, no 10º distrito, está incluído na proposta da equipe do arquiteto Richard Rogers, o qual propõe a construção de linhas de metrô em substituição às linhas férreas e a criação de áreas verdes sobre esta superfície; mudança que poderia alterar o microclima local. O artigo tem por objetivo analisar as condições do ambiente térmico (em situação de verão) no entorno da estação de *Gare de l'Est*, abrangendo um ponto no passeio (ao nível do trilhos), um ponto em um viaduto que passa sobre os trilhos e um ponto no interior de um parque urbano. O estudo é descritivo e baseado em medições de campo. As coletas de dados ocorreram simultaneamente em dois pontos, em um período de 6 horas consecutivas e no período de verão, sendo apresentados dados de dois dias de medição. A partir de análises comparativas das variáveis microclimáticas coletadas, bem como do nível de conforto térmico, representado neste estudo pelo *Universal Thermal Comfort Index* (UTCI), foi possível constatar uma diferença entre os espaços com e sem arborização de até 1,7°C na temperatura do ar e de 5,5°C no índice de conforto térmico UTCI.

Palavras-chave: microclima, conforto térmico, UTCI, Paris.

ABSTRACT

Grand Paris was the name given to a set of proposals, submitted in 2007, serving as reference for a Paris at XXI century. The surroundings of the train station *Gare de l'Est*, in the 10th district, is included in the proposal of architect Richard Rogers' team, who envisaged the construction of subway lines to replace the train lines, and the creation of green areas above this surface. This change could affect local microclimate. The article aims to analyze the conditions of the thermal environment in the surroundings of *Gare de l'Est*, covering a monitoring point in the sidewalk (at the rails level), a monitoring point on an overpass that goes over the rails and a point inside an urban park. The study is descriptive and based on field measurements. Data collection occurred simultaneously at two points in two measurement days over a period of 6 hours and during the summer. From comparative analysis of microclimatic variables collected, as well as the level of thermal comfort, represented in this study by the *Universal Thermal Comfort Index* (UTCI), we determined a difference between shaded and unshaded spaces of up to 1.7 °C in air temperature and of 5.5 °C with the thermal comfort index UTCI.

Keywords: microclimate, thermal comfort, UTCI, Paris.

1. INTRODUÇÃO

Um fenômeno climático com significativo impacto à saúde pública é a onda de calor, ou canícula. Na Europa, a onda de calor ocorrida em agosto de 2003 resultou em um aumento de temperatura do ar de até 6°C em algumas regiões, sendo relatada a morte de pelo menos 35.000 pessoas (ENDLICHER et al., 2008). Na França, entre 4 a 18 de agosto, foi constatada a morte de quase 15.000 pessoas, correspondente a um aumento de 60 % da mortalidade esperada para aquele período; de forma direta, os fatores atribuídos a essas mortes foram: insolação, desidratação e hipertemia (POUMADÈRE et al., 2005).

Sabe-se que o desenho urbano pode ser concebido de maneira a promover condições climáticas favoráveis. Porém, de maneira geral, o que se percebe nas áreas urbanas são inadequações climáticas em decorrência das tendências de aquecimento. Uma forma prática e conhecida de reduzir a temperatura do ar é por meio da utilização de áreas verdes. O uso da vegetação no ambiente urbano pode ser considerado um elemento estratégico para a mitigação dos efeitos de aquecimentos dos ambientes urbanos ao substituir, em parte, as trocas de calor sensíveis por trocas de calor úmidas (evapotranspiração) e, principalmente, por fornecer sombreamento. Segundo Mascaró (1996), a temperatura do ar sob agrupamentos vegetais pode ser de 3 a 4°C mais baixa que em áreas expostas à radiação solar direta.



Figura 1 – Proposta da equipe de Richard Rogers que une mobilidade urbana e áreas verdes
Fonte: Le Grand Paris (2012)

O planejamento urbano pode e deve ser utilizado como ferramenta para organizar a cidade de forma responsável. Em busca de um crescimento urbano planejado, foi lançado, em 2007, um conjunto de propostas que sirvam de referência para uma Paris do século XXI denominado de “*Grand Paris*”. O objetivo era a criação de um instrumento de pesquisa realizado coletivamente por grupos multidisciplinares visando atender diferentes temas, mas que convergissem para dois enfoques: “a metrópole do século XXI pós-Quito” e “o diagnóstico prospectivo da aglomeração parisiense” (LE GRAND PARIS, 2012). Para a realização das propostas, foram convidados 10 renomados escritórios de arquitetura. Os temas abordados pelas equipes, além do emprego da arquitetura como instrumento de forma, incluíram questões como: transporte e mobilidade urbana, áreas verdes, habitação, rios e cursos d’água, equipamentos e instalações públicas, economia, emprego, entre outros. Especialmente as questões de mobilidade urbana e áreas verdes mereceram destaque entre as propostas. A equipe liderada pelo arquiteto Richard Rogers propôs unir essas duas temáticas: para o transporte de massas, foi proposta a construção de linhas de metrô em substituição às linhas férreas, sugerindo a mudança nas linhas de *Gare Du Nord* e *Gare de l’Est*; sobre a superfície destas, seriam criadas áreas verdes, possibilitando, uma melhor integração dos espaços urbanos, além de auxiliar na formação de um ambiente térmico mais favorável (Figura 1).

O presente estudo busca analisar o ambiente térmico no entorno da estação de *Gare de l’Est*, abrangendo um ponto de medições no passeio (ao nível do trilhos), um ponto de medições em um viaduto que passa sobre os trilhos e um ponto de medições no interior de um parque urbano. As medições microclimáticas realizadas são apresentadas na sequência.

2. OBJETIVO

Este estudo busca analisar o ambiente térmico urbano de uma região específica da cidade de Paris, a qual abrange o entorno da estação ferroviária *Gare de l’Est*.

3. MÉTODO

Este estudo é descritivo e baseado em medições de campo. A metodologia está dividida em três partes:

1. apresentação da área de estudo;
2. procedimento para obtenção *in loco* das variáveis microclimáticas;
3. apresentação dos índices de conforto térmico utilizados;

3.1. Área de estudo

Paris (48°52'N, 2°20'58"E, 50m de altitude) está localizada ao norte da França, sendo a capital administrativa desta. A cidade possui aproximadamente 2 milhões de habitantes no núcleo central e mais de 7 milhões de habitantes nas aglomerações periféricas. Tais áreas somadas ocupam uma superfície de 2723km². Paris é cortada por três cursos d'água: o Rio Sena, o Bièvre e o canal Saint-Martin. O clima de Paris é considerado como Cfb (oceânico de transição) conforme a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média de 18°C no verão e de 6°C no inverno.

A área de estudo está localizada no 10° distrito, região cuja morfologia urbana é diferenciada pela presença de duas das três estações de trem de Paris, a *Gare Du Nord* e a *Gare de l'Est* as quais estão incluídas na proposta da equipe do arquiteto Richard Rogers para o projeto *Grand Paris*. Optou-se por considerar como área de estudo o entorno da estação de *Gare de l'Est*.

3.2. Obtenção *in loco* das variáveis microclimáticas

Nesse estudo são apresentados dados de dois dias (situação de verão) de coletas de dados *in loco* das variáveis microclimáticas. Para a definição exata de cada ponto, procurou-se escolher localidades com características urbanas distintas. Desta forma, foram estabelecidos os seguintes locais:

- ponto P0: localizado no interior do *Jardin Villemin*, parque situado junto ao *Canal Saint-Martin* e próximo à estação de *Gare de l'Est* (Figura 2).



Figura 2 - Localização do ponto P0

- ponto P1: localizado na ponte *Rue La Fayette*, a qual passa transversalmente sobre os trilhos da estação ferroviária (Figura 3);



Figura 3 – Localização do ponto P1

- ponto P2: localizado na *Rue du Château Landon*, estando ao lado da estação ferroviária, quase ao nível dos trilhos desta (Figura 4);

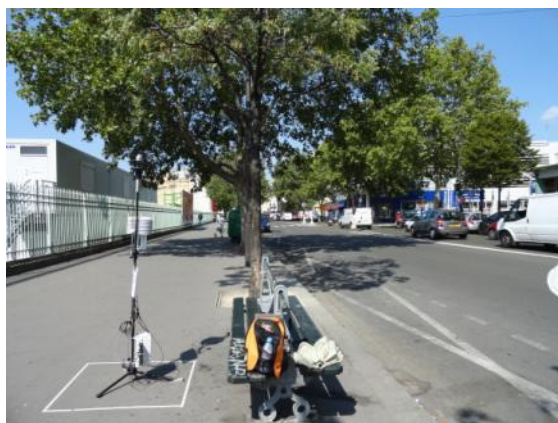


Figura 4 – Localização do ponto P2

As medições ocorreram sempre simultaneamente em dois pontos, sendo os pares de medição compostos conforme o Quadro 1. O período de medição abrangeu 6 horas de monitoramento a cada vez, com início às 14h00 e término às 19h00 (horário solar).

Quadro 1: Datas e pares de medição

Data	Pares de medição
31/07/2011	P1 e P0
01/08/2011	P1 e P2



Figura 5 – Estação meteorológica utilizada

Os *dataloggers* utilizados foram da marca Campbell (CR10X). Cada estação meteorológica estava equipada com os seguintes instrumentos: sensor de temperatura e umidade do ar (HC2-S3, Rotronic) a 1,3m de altura, piranômetro (SP Lite2, Kipp&Zonen) a 1,9m de altura, e sensor de direção e velocidade do vento (Windsonic Gill Instruments) a 1,9m de altura (Figura 5).

Nos conjuntos de estações meteorológicas utilizaram-se, também, termômetros de globo (variável necessária ao cálculo da T_{rm} , PT100 ROTRONIC) a 1,3m de altura, com $\varnothing=2''$, pintados na cor RAL-7001 (THORSSON et al., 2007).

Os dados microclimáticos foram coletados a cada 10 segundos e depois compostos os minutos. As faixas de precisão de tais instrumentos satisfazem as recomendações da norma ISO 7726 (1998), que dispõe sobre os instrumentos para a medição de variáveis físicas. A T_{rm} foi calculada pela fórmula para convecção forçada, definida pela mesma norma.

A temperatura de superfície em cada ponto foi obtida com termômetro de infravermelho em forma de pistola da marca RayTemp 38 a uma distância de 1 m do solo. A coleta de dados foi realizada a cada 30 minutos, sendo posteriormente extraídas médias para a obtenção de dados horários.

Para a obtenção das variáveis climáticas oficiais foram utilizados dados do observatório meteorológico de Montsouris, o qual abriga um dos bancos de dados climáticos mais antigos de Paris, registrando continuamente parâmetros climáticos desde 1872. O observatório está localizado no interior do *Parc Montsouris* (Figura 6), cuja área é de 15 ha, no 14° distrito e está cerca de 7,5 km de distância de *Gare de l'Est*. É possível encontrar dados do observatório meteorológico de Montsouris na plataforma *online* (disponível em: <http://www.infoclimat.fr/stations-meteo/?s=07156>).

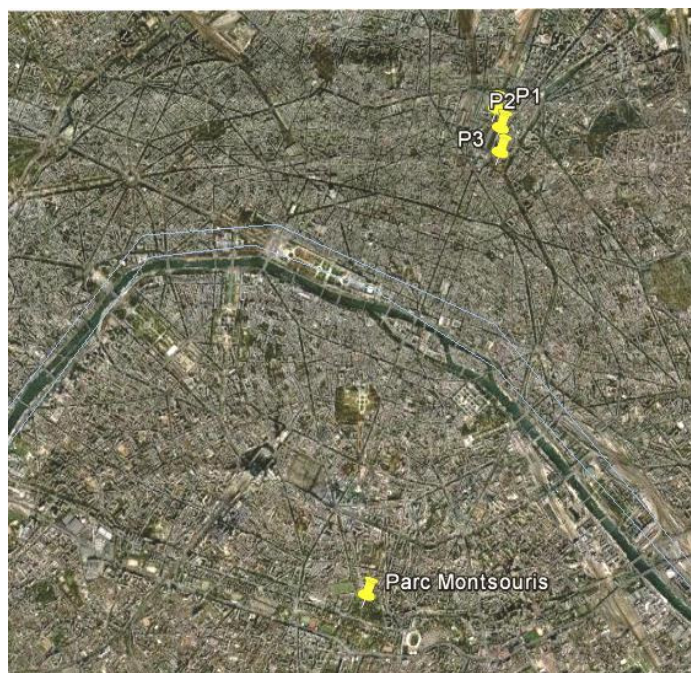


Figura 6 - Localização dos pontos de medição e do observatório meteorológico de Montsouris
 Fonte: Google (2012)

As fotos olho de peixe foram obtidas com lente Sigma Fisheye 8 mm F-35 acopladas à câmera Nikon D80. O conjunto foi posicionado a 1,30m do solo, correspondendo à altura dos sensores de temperatura e umidade do ar e do termômetro de globo, sendo editadas em programa de edição gráfica. O cálculo estimado do fator de visão do céu (FVC) foi realizado no programa Rayman Pro - versão 2.1 (MATZARAKIS; RUTZ; MAYER, 2010). Este mesmo programa serviu para gerar o traçado da trajetória aparente do sol sobre a carta solar, qual foi posteriormente sobreposta à imagem olho de peixe.

3.3. Conforto térmico

Nesse estudo é utilizado o índice de conforto térmico *Universal Thermal Climate Index* (UTCI), desenvolvido por Jendritzky et al. (2009), de forma a ser aplicável a qualquer clima e escala espacial. O UTCI permite a avaliação das condições de conforto térmico exterior, considerando a interação da temperatura ambiente, velocidade do vento, umidade e dos fluxos radiantes de onda longa e onda curta; tal avaliação deve estar baseada na resposta fisiológica do corpo humano, obtida por meio de um modelo de conforto termo-fisiológico denominado 'UTCI-Fiala'. Segundo Fiala et al. (2012), o modelo considera: (1) a adaptação comportamental do isolamento de roupas observado a partir de estudos de campo realizados na Europa para a população urbana geral em relação à temperatura ambiente prevalente, (2) a distribuição da roupa sobre diferentes partes do corpo, e (3) reduções dos valores de resistência térmica e de vestuário evaporativo causadas pelo vento e atividade; é assumida como taxa metabólica o caminhar a 4 km/h em nível (equivalente a uma taxa de 135 W/m²).

O UTCI adota o conceito de temperatura equivalente. As variáveis de entrada para o cálculo do UTCI são: T_a , T_{rm} , UR e v . A velocidade do vento refere-se à altura de 10 m, podendo ser obtida a partir da conversão de dados de vento medidos a determinada altura acima do solo, segundo a seguinte equação logarítmica (Equação 9):

$$u_1 / u_{ref} = \ln(z_1 / z_0) / \ln(z_{ref} / z_0) \quad \text{Equação 1}$$

Sendo u_1 a velocidade corrigida, u_{ref} a velocidade obtida na estação de referência, z_1 a altura de correção, z_{ref} a altura do instrumento na estação de referência e z_0 o coeficiente de rugosidade.

Para o coeficiente de rugosidade foi considerado o valor de 0,1, referente a espaço aberto com obstáculos ocasionais (OKE, 2006, p. 21).

O cálculo foi realizado na plataforma disponível *online* (<http://www.utci.org/utcineu/utcineu.php>). A Tabela 1 apresenta a sensação humana e o nível de estresse térmico para o índice UTCI, em situação de verão.

Tabela 1 – Sensação humana e nível de estresse térmico

UTCI	Categorias de estresse térmico
9°C	----- Sem estresse térmico
26°C	----- Moderado estresse térmico
32°C	----- Forte estresse térmico
38°C	----- Muito forte estresse térmico
46°C	----- Extremo estresse térmico

Fonte: Bröde et al. (2011)

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A caracterização microclimática de um determinado local depende de uma série longa de medições. No entanto, a análise das variáveis microclimáticas em um período específico, embora não sirva para configurar o microclima de uma região, auxilia na compreensão do campo térmico deste.

A Figura 7 corresponde às cartas solares sobrepostas às imagens olho de peixe, além do valor de fator de visão do céu. Nota-se que os pontos P1 (FVC=0,59) e P2 (FVC=0,54) apresentam valores próximos; no entanto, o ponto P2 permanece exposto à radiação solar incidente durante todo o período de medição, enquanto o ponto P1 é sombreado pela estrutura da ponte após as 17h30. Já o ponto P0 (FVC=0,43) apresenta maior obstrução à radiação solar, com sombreadamento a partir das 15h00.

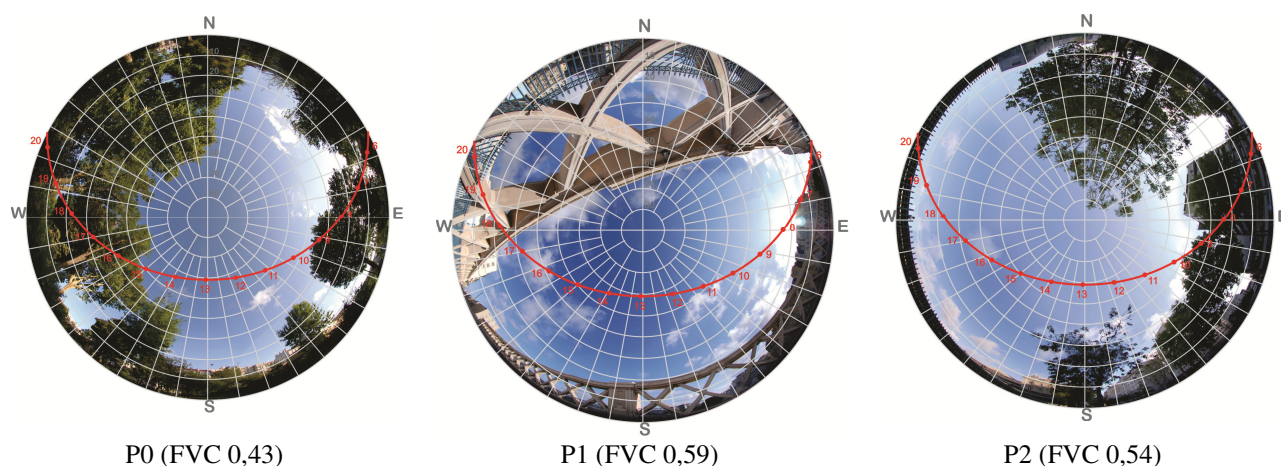


Figura 7 – Carta solar sobreposta às imagens olho de peixe e valor do FVC para cada ponto

As Tabelas 2 e 3 apresentam as variáveis microclimáticas coletadas *in loco*. Os pontos P0 e P1 foram medidos simultaneamente no dia 31/07/2011 (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias horárias de velocidade do vento (v), radiação solar global (I_g), temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR) obtidas *in loco* no dia 31/07/2011

Data/ Hora	P0				P1			
	Ta (°C)	UR (%)	I _g (W/m ²)	v (m/s)	Ta (°C)	UR (%)	I _g (W/m ²)	v (m/s)
31/07/2011								
14h00	23,7	38	817	0,6	23,7	41	809	0,8
15h00	25,3	35	778	0,6	25,3	38	776	0,8
16h00	26,0	32	661	0,6	26,0	37	213	0,8
17h00	26,1	33	406	0,6	26,1	38	57	0,7
18h00	25,4	35	55	0,5	25,4	39	39	0,6
19h00	25,1	36	38	0,5	25,1	40	29	0,6
Média	25,3	35	459	0,5	25,3	39	320	0,7

O ponto P0, por estar situado no interior de um parque, com área sombreada a partir das 15h00, apresentou valores médios de Ta, UR e I_g mais baixos do que no ponto P1, local que permaneceu exposto à radiação solar direta até as 17h30. Após este período, notou-se que a própria estrutura da ponte sombreava o

ponto de monitoramento. Em relação à velocidade do vento, esperava-se que esta fosse menor no ponto P0, uma vez que, nesse local, a arborização poderia formar algum tipo de barreira à permeabilidade do vento. No entanto, a velocidade do vento no ponto P1 foi menor do que no ponto P0.

No dia 01/08/2011 (Tabela 3) a velocidade do vento se manteve constante em 0,6m/s, enquanto no ponto situado na rua paralela à linha férrea, P2, a v média foi de 1,0m/s. A umidade relativa média nesses dois pontos foi a mesma (33%). A temperatura do ar e radiação solar incidente embora tenham sido mais elevadas no ponto P2, apresentaram pouca diferença na média.

Tabela 3 – Médias horárias de velocidade do vento (v), radiação solar global (I_g), temperatura do ar (T) e umidade relativa (UR) obtidas *in loco* no dia 01/08/2011

Data/ Hora	P1				P2			
	Ta (°C)	UR (%)	I _g (W/m ²)	v (m/s)	Ta (°C)	UR (%)	I _g (W/m ²)	v (m/s)
01/08/2011								
14h00	27,7	34	829	0,6	27,6	34	819	0,9
15h00	28,5	33	769	0,6	28,3	34	759	1,0
16h00	28,9	32	665	0,6	28,9	32	654	1,0
17h00	28,9	33	495	0,6	29,0	32	521	0,9
18h00	28,1	34	150	0,6	28,9	33	346	1,1
19h00	27,6	34	37	0,6	28,6	32	211	1,0
Média	28,3	33	491	0,6	28,6	33	552	1,0

A Figura 8 apresenta as comparações das médias de I_g e Ta coletadas *in loco* com as diferenças entre a Ta coletada *in loco* e a Ta obtida na estação de referência (ΔT_a). Nos primeiros horários de medição, até as 15h00, os pontos P0 e P1 estavam expostos à radiação solar incidente, sendo que os valores médios desta variável em ambos os pontos estão próximos entre si. Ao longo da medição o ponto P0 passa a receber sombra das árvores do entorno, havendo uma queda brusca no valor médio de I_g entre as 15h00 e 16h00. Conforme citado anteriormente, em P1, após as 17h30, o ponto passa a ser sombreado pela própria estrutura da ponte, resultando, novamente, em uma proximidade dos valores médios de radiação solar global. Embora tenham sido percebidas convergências nos valores médio de I_g no início e final da medição, as diferenças de temperatura do ar são mais significativas no decorrer da medição; sendo de 1,7°C o maior gradiente de temperatura do ar, às 17h00. Nota-se, também, que o ponto P0 apresenta, em média, menor diferença de temperatura do ar em relação à estação de referência que o ponto P1.

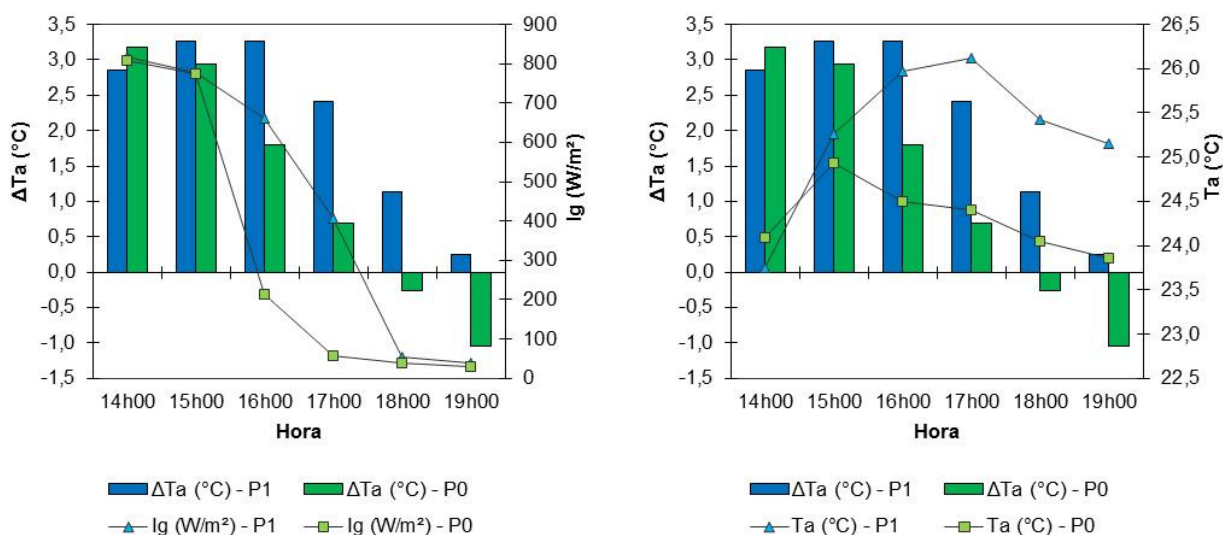


Figura 8 – Comparação das médias de I_g e Ta coletadas *in loco* com ΔT_a para o dia 31/07/2011

No dia 01/08/2011, a radiação solar incidente média nos pontos P1 e P2 foi semelhante, sendo que a queda nos valores de I_g entre as 17h00 e 18h00 resultam do sombreado da estrutura da ponte (Figura 9). Em virtude desta característica no ponto P1 é possível notar que embora a temperatura do ar fosse sutilmente mais alta no ponto P1, após as 17h30 há uma diminuição da temperatura do ar, refletindo, conseqüentemente, nas diferenças entre dados medidos de temperatura do ar *in loco* com a estação de referência.

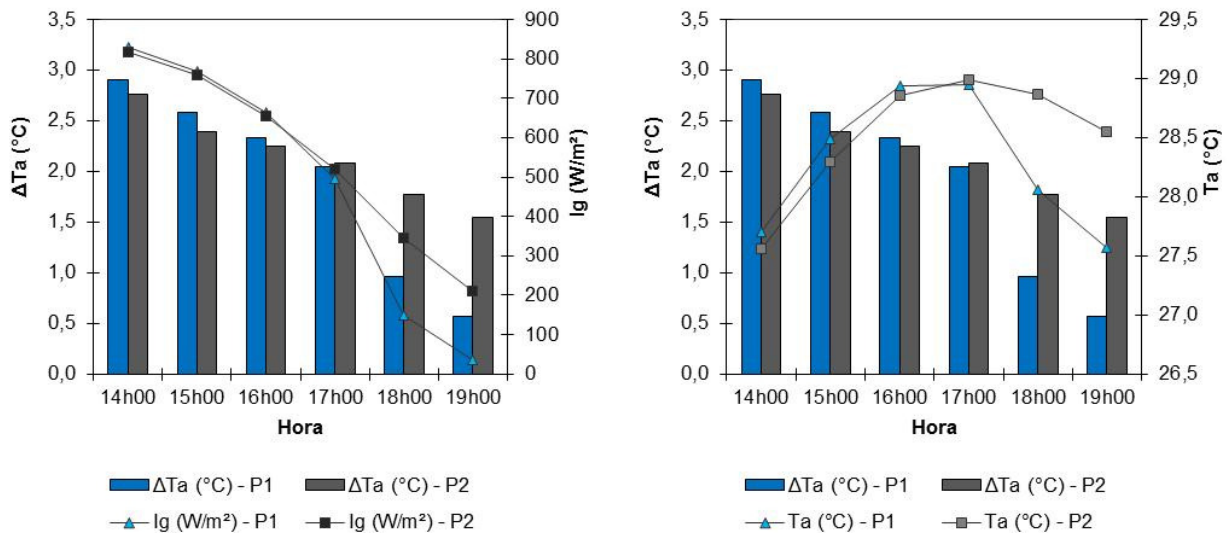


Figura 9 – Comparação das médias de I_g e T coletadas in loco com ΔT_a para o dia 01/08/2011

A Figura 10 apresenta a comparação entre as temperaturas de superfície (T_s) obtidas em cada ponto. No dia 31/07, a diferença de T_s é mais evidente, com diferença média positiva para o ponto P1 de 16,4°C, considerando que a partir das 15h00 o ponto P0 recebeu sombreamento. Nesse dia, o maior valor de T_s ocorreu às 15h00 no ponto P1 (47,8°C) e às 14h00 no ponto P0 (32,7°C). No dia 01/08, a T_s nos dois pontos apresentava valores próximos, havendo uma inversão após as 16h00. A diferença média para estes pontos foi de 0,7°C, positiva para o ponto P2. No ponto P1, o maior valor de T_s ocorreu novamente às 15h00 (49,8°C) e às 17h00 no ponto P2 (49,4°C).

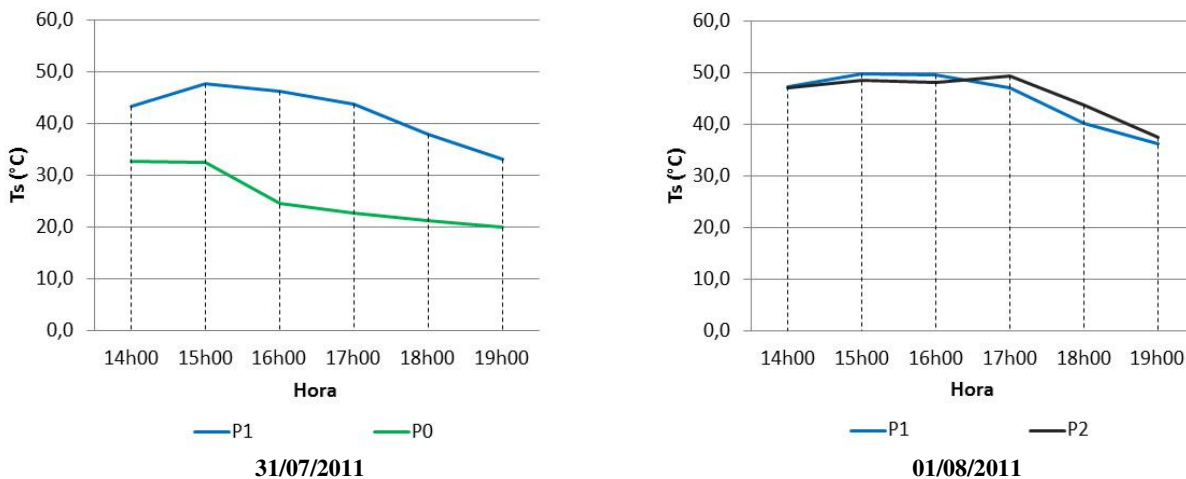


Figura 10 – Comparação entre temperatura de superfície (T_s)

A Tabela 4 apresenta o índice de conforto térmico UTCI calculado para cada ponto e as Figuras 11 e 12 apresentam o nível de estresse térmico. As faixas de conforto estão assim divididas: 9 a 26 °C – sem estresse térmico; 26 a 32 °C – moderado estresse térmico ao calor, e; 32 a 38 °C – forte estresse térmico ao calor. Os pontos não atingiram a faixa de muito forte estresse térmico ao calor (38 a 46 °C) e de extremo estresse térmico ao calor (maior que 46 °C), e, portanto, tais faixas não estão ali representadas.

No dia 31/07/2011 (Figura 11), nota-se que no início da medição os dois pontos encontravam-se em moderado estresse térmico ao calor, sendo que, após as 16h00, no ponto P0, a condição passa a ser de neutralidade térmica; condição atingida no ponto P1 no horário próximo às 18h00. A maior diferença no índice UTCI entre os pontos P1 e P0 foi às 17h00, com 5,3°C, positivo para P1.

No dia 01/08/2011 (Figura 12), nota-se o ponto P1 apresenta maior conforto térmico comparativamente ao ponto P2. O ponto P1 durante todo o monitoramento esteve em moderado estresse térmico ao calor, enquanto o ponto P2, no período das 15h00 às 18h00, a condição de conforto era na faixa

de forte estresse térmico. Ressalta-se que, embora o ponto P2 seja arborizado, o nível de estresse térmico é maior do que no ponto P1, localizado em área aberta, concluindo-se que a arborização na rua contígua a estação ferroviária (Figura 3) não é suficiente para manter níveis mais próximos ao de conforto térmico. Às 19h00 ocorreu a maior diferença no nível de conforto entre os pontos (UTCI=4,3 °C, positivo para P2).

Tabela 4 – Índice de conforto térmico UTCI calculado para cada ponto

Hora	31/07/2011			01/08/2011		
	P1	P0	DIF P1-P0	P1	P2	DIF P1-P2
14h00	27,1	29,2	-2,1	30,5	31,5	-1,0
15h00	28,5	29,5	-1,0	31,3	32,3	-1,0
16h00	29,0	25,0	4,0	31,2	33,0	-1,8
17h00	28,8	23,5	5,3	31,1	33,0	-1,9
18h00	25,5	22,7	2,8	28,2	32,4	-4,2
19h00	24,3	22,5	1,8	26,7	31,0	-4,3
média	27,2	25,4	1,8	29,8	32,2	-2,4

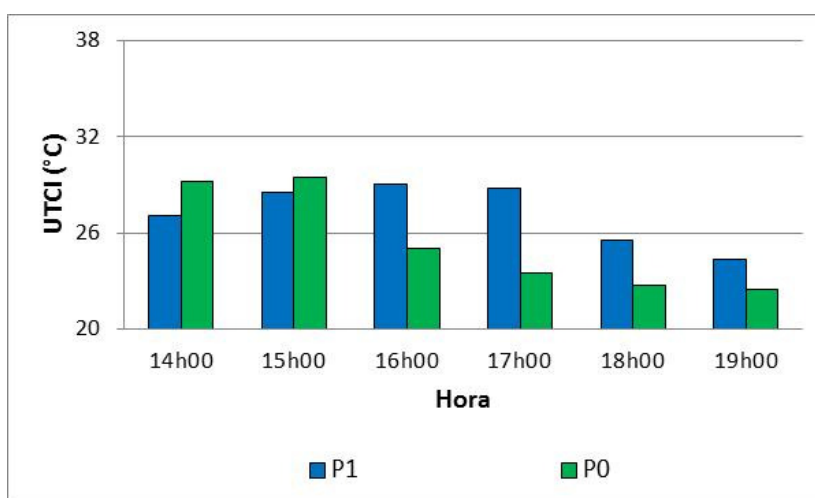


Figura 11 – Comparação entre os níveis de conforto térmico no dia 031/07/2011

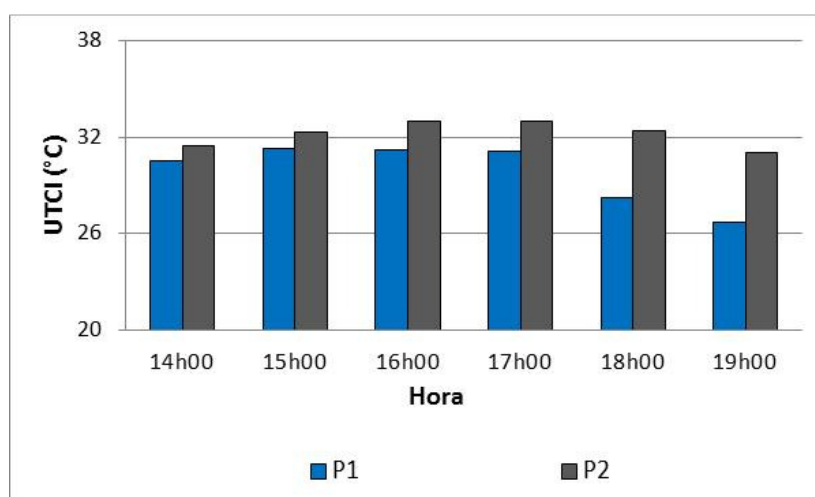


Figura 12 – Comparação entre os níveis de conforto térmico no dia 01/08/2011

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Frente aos problemas de planejamento urbano (ou a falta deste) na maioria dos grandes centros urbanos, ressalta-se a necessidade de debater sobre os problemas urbanos e principalmente a necessidade de discutir soluções. Nesse sentido, o projeto de *Grand Paris* merece destaque.

Sabe-se que a vegetação pode ser utilizada como um elemento estratégico para a mitigação dos fenômenos relacionados às ondas de calor. Neste estudo, foi possível comprovar que espaços arborizados podem contribuir para a obtenção de níveis mais adequados de conforto térmico, com uma diferença de até

1,7°C na temperatura do ar e de 5°C no índice de conforto UTCI - comparação entre o ponto P1 e P0 às 16h UTC. Também foi possível detectar que a arborização na rua contígua à estação ferroviária (ponto P2) não é capaz de manter níveis mais próximos ao de neutralidade térmica, sugerindo-se a complementação de áreas gramadas junto às calçadas ou ainda a utilização de árvores de copa densa além daquelas já existentes.

Este estudo faz parte de uma pesquisa de doutorado em andamento, a qual pretende incluir simulações microclimáticas computacionais para essa região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRÖDE, PETER; FIALA, D; BLAZEJCZYK, K; HOLMER, I; JENDRITZKY, G; KAMPMANN, B; TINZ, B; HAVENITH, G. Deriving the Operational Procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. **Int J Biometeorol**, special issue UTCI, p.1-14, 2011.
- ENDLICHER, Wilfried (Org.) et al. Heat Waves, Urban Climate and Human Health. In: MARZLUFF, JOHN et al. **Urban ecology: an international perspective on the interaction between humans and nature**. Nova York: Springer, 2008. p. 269-278.
- FIALA, D; HAVENITH, G; BRÖDE, P; KAMPMANN, B; JENDRITZKY, G. UTCI-Fiala multi-node model. **Int J Biometeorol**, v. 56, n. 3, p. 429-41, 2012.
- GOOGLE Inc. **Google Earth**. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em 01/02/2012.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 7726**: ergonomics of the thermal environment: instruments of measuring physical quantities. Switzerland, ISO, 1998.
- JENDRITZKY G., HAVENITH G., WEIHS P., BATCHVAROVA E. (eds.). **Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being**. Final Report COST Action 730, 2009.
- LE GRAND PARIS. **Website**. 2012. Disponível em<<http://www.mon-grandparis.fr/>>. Acesso em: 21 mai. 2012.
- MASCARÓ, Lucia. **Ambiência Urbana**. 1 ed. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1996.
- MATZARAKIS, Andreas; RUTZ, Frank; MAYER, Helmut .Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model INT J BIOMETEOROL , vol. 54, no. 2, pp. 131-139, 2010
- OKE, Tim R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**. Report N°. 81, WMO/TD-No. 1250. Geneva : World Meteorological Organization, 2006. Disponível em : <<http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-81/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2009.
- POUMADERE, M; MAYS, C; LE MER, S; BLONG, R. The 2003 heat wave in France: dangerous climate change here and now. **Risk Analysis**, v. 25, n. 6, p. 1483–1494, 2005.
- THORSSON, S. et al. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. **International Journal of Climatology**. n.27, p.1983 -1993, 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Capes pela bolsa de doutorado, ao Prof. Dr. Stéphane Goyette e ao Prof. Dr. Alexandre Hedjazi da Universidade de Genebra pelo estágio doutoral, ao Eric Pampaloni e a Susan Honjo pelo auxílio nas medições e à Prefeitura de Paris, por autorizar as medições de campo.