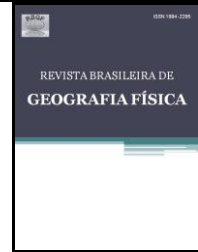




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Ilha de calor urbana: um estudo de caso no *Campus IV* da UFPB

Anne Falcão de Freitas. Universidade Federal da Paraíba-UFPB. Autor correspondente. E-mail: annefalcao@gmail.com
Joel Silva dos Santos. Universidade Federal da Paraíba. E-mail: joelgrafia@gmail.com

Artigo recebido em 06/10/2015 e aceito em 28/12/2015

RESUMO

No espaço intra-urbano do *Campus IV* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), foram encontradas áreas com revestimento de concreto e cerâmica, contíguo a um remanescente de Mata Atlântica, as quais determinam o aparecimento de diferentes temperaturas e umidades, contribuindo assim para a formação da ilha de calor. Dessa forma, o principal objetivo do presente estudo consiste em verificar as alterações do campo térmico, e especificamente calcular a intensidade da ilha de calor (IC) e o índice de conforto térmico (ICT) da área de estudo, durante dos períodos: seco e chuvoso. Para isso, foram realizadas medições da temperatura e umidade relativa do ar durante os dois períodos mencionados, utilizando termohigrômetro Hobo® U10-003 em 5 pontos experimentais na área de estudo. Para verificar o nível de conforto térmico da população e sua relação com o tipo de cobertura de solo de cada ponto analisado foi utilizado o Índice de Thom. Para o cálculo da ilha de calor urbana foi utilizado um ponto de referência, a partir do qual foram calculados os valores. Os resultados permitiram caracterizar o microclima local e identificar alterações no ambiente provocadas pelo material impermeável, os quais repercutem no ICT e na intensidade da IC. Além disso, a sazonalidade influencia nessas variáveis.

Palavras-chave: Campo térmico urbano, Ilha de Calor, Anomalia Térmica.

Urban heat island: a case study in the *Campus IV* UFPB

ABSTRACT

In the intra - urban space of the *Campus IV* of the Federal University of Paraíba (UFPB), we found areas with concrete lining and ceramic, adjoining a remnant of Atlantic Forest, which determine the appearance of different temperatures and humidity, thus contributing to the formation heat island. Thus, the main objective of this study is to verify the changes of the thermal field, and specifically calculate the intensity of the heat island (HI) and Thom's discomfort index (TDI) of the study area during the periods: dry and rainy. For this, measurements of temperature and relative humidity were held during the two periods mentioned, using thermohygrometer Hobo® U10-003 into 5 experimental points in the study area. To check the level of thermal comfort of the population and its relation to the type of ground cover of each point analyzed Index Thom was used. To calculate the urban heat island, a reference point was used, from which the values were calculated. The results were used to characterize the local microclimate and identify changes in the environment caused by impermeable material, which reverberate in TDI and intensity of the HI. Further, the seasonal influences these variables.

Key-Words: Urban thermal field, Heat Island, Thermal Anomaly

* E-mail para correspondência: annefalcao@gmail.com

Introdução

A partir do século XVIII, ocorreu o crescimento das cidades e o aumento da população urbana, tornando tais espaços insalubres e desencadeando uma série de impactos ambientais. Dentre esses impactos, pode-se destacar: as alterações no campo térmico urbano, com o aumento das temperaturas médias do ar, desconforto térmico e a formação da ilha de calor.

Vários estudos têm sido desenvolvidos no mundo inteiro sobre essa temática como será destacado posteriormente no intuito de investigar a interferência da sociedade na dinâmica climática local, comprovando as relações sistêmicas do clima e a cidade e a influência dos seus efeitos diretos e indiretos sobre o ambiente e a qualidade de vida humana.

O primeiro estudo sobre ilha de calor foi realizado por Luke Howard (1833), o qual abordou os contrastes de temperatura entre o centro da cidade de Londres e a zona rural circundante. Chandler (1962) trabalhou com a temática, relacionando as variações locais de temperatura do ar e a formação da ilha de calor nas cidades, de acordo com o grau de urbanização.

Oke (1976) organizou diferentes escalas para a sua formação: ilha de calor de superfície que corresponde às superfícies urbanas mais quentes do que as rurais (a expressão da ilha de calor está associada ao excesso de temperatura do ar nas áreas urbanas, quando comparado com os arredores rurais ou ambientes com materiais naturais, que não apresentam interferência antrópica direta); ilha de calor da atmosfera urbana inferior, entre o nível do solo e o nível médio do topo dos edifícios e ilha de calor da atmosfera superior, que vai além do topo dos edifícios e se estende até a atmosfera. Essas são controladas por um conjunto de processos de troca de energia com origem, magnitude e dinâmicas temporais distintas.

No Brasil, os pioneiros nessa temática foram Monteiro e Tarifa (1977), Danni (1980), Sampaio (1981) e Lombardo (1985). No qual a escala mais enfocada nestes estudos foram o da ilha de calor de superfície. Taha (1997) argumenta que as causas e os efeitos da formação dessas ilhas de calor são diversas e complexas, estando diretamente associadas aos materiais de recobrimento do solo.

Na área metropolitana de Thessaloniki, segunda maior cidade da Grécia, com aproximadamente 800.000 habitantes, foram investigados sete pontos inseridos na sua malha urbana, para analisar como a sua superfície induz modificações na dinâmica climática, com a pesquisa pode-se observar que a configuração urbana proporcionou aumento de temperatura e a formação da ilha de calor com maior intensidade durante a noite, resultante do aumento da pressão atmosférica. Enquanto durante o dia, quando havia o aumento da velocidade do vento, proporcionou uma diminuição significativa da temperatura e da intensidade da ilha de calor. Ainda pode-se inferir intensidade da ilha de calor, que foi de 1,5 °C, resultando em um aumento médio de 1,4 °C da temperatura local, ocasionando desconforto térmico da população (Giannaros e Melas, 2012).

Nos Estados Unidos, foi realizada pesquisa semelhante em regiões urbanas, sub-urbanas e rurais, a partir da análise de área da superfície

impermeável, com o auxílio de imagens de satélite, assim como, foram aferidas as temperaturas de cada local. Os resultados mostraram a formação da ilha de calor em áreas urbanas e sub-urbanas, que possuem maior parte do solo impermeáveis com material de construção civil. Ainda, encontrou-se correlação da intensidade da ilha de calor com o desenvolvimento ou aumento do tamanho da cidade e que a ocorrência do fenômeno ilha de calor intensifica as temperaturas, causando desconforto térmico (Imhoff et al., 2010). Assim, as causas e os efeitos do clima urbano, com destaque para a formação de ilhas de calor, são diversos e complexos, estando diretamente associado aos materiais de recobrimento do solo (Taha, 1997) e segundo Oke (1973) existe uma estreita relação entre área construída e quantidade de habitantes com a formação e intensidade da ilha de calor. Rocha et al. (2011) realizaram um estudo no interior paulista, no qual também puderam constatar que as áreas com maior ocupação com construções e com maior pavimentação nas ruas e quadras, apresentaram maior retenção do calor, levando à formação de ilhas de calor.

Tais estudos destacados anteriormente são imprescindíveis para diagnosticar o campo termodinâmico das cidades, mais especificamente a avaliação do conforto térmico e a formação da ilha de calor, pois são importantes ferramentas que subsidiam o planejamento e a gestão ambiental das áreas urbanas, visando contribuir para o seu desenvolvimento sustentável.

É diante deste contexto que este estudo se apresenta com o objetivo principal de verificar as alterações do campo térmico, e especificamente calcular a intensidade da Ilha de Calor e o índice de conforto térmico (ICT) da área de estudo, durante o inverno e o verão. O trabalho também se propõe a analisar as diferentes formas de uso e cobertura do solo, as condições microclimáticas locais e as alterações do campo térmico, visando contribuir com políticas públicas direcionadas ao planejamento e a gestão sustentável da área de estudo, promovendo assim o equilíbrio entre desenvolvimento urbano e sustentabilidade ambiental e social. A pesquisa foi realizada no espaço intra-urbano do *Campus IV* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende o espaço intra-urbano do *Campus IV* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizada no município de Rio

Tinto, microrregião do Litoral Norte e na mesorregião da Mata Paraibana no Estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas 06°39'20" e 06°56'40" de latitude sul e

34°50'00" e 35°16'00" de longitude oeste (Figura 1).

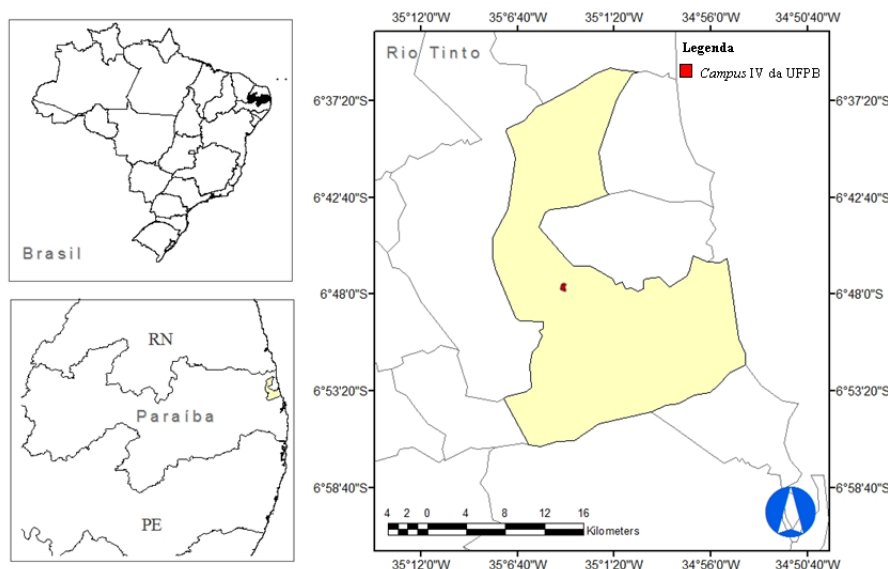


Figura 1. Localização geográfica do município de Rio Tinto, da área urbana, onde está inserida a UFPB Campus IV.

O clima predominante é tropical chuvoso (com classificação Am, segundo Köeppen) com verão seco e condições climáticas caracterizadas por duas estações bem definidas, o chuvoso (fevereiro a julho) e o de estiagem (agosto a janeiro). Com clima e predominantemente quente e úmida e permanece dentro da influência dos ventos alísios de sudeste, durante todo o ano.

Ainda apresenta média pluviométrica anual de 1077 mm (Figura 2) e as médias mensais de temperatura mínima de 22 °C e máxima de 30 °C.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente, foi definido o campo térmico da área de estudo, como subsistema climático a ser avaliado. Para tanto, foi feita a análise do clima urbano através de descrições físicas do espaço ocupado foi realizada com base na metodologia apresentada por Monteiro (1976), Katzschner (2002) e Costa (2007). O método consiste em medições *in loco* e análise rítmica das variáveis climáticas de temperatura e umidade relativa do ar.

A partir disso, foi realizada observação *in loco* para a caracterização da área de estudo, e a partir das diferentes configurações da cobertura do solo foram selecionados 5 pontos para o levantamento dos dados microclimáticos (temperatura e umidade relativa do ar). Para a coleta desses dados foram instalados sensores Data Loggers Hobo® U10-003, (Resolução: Temperatura: 0.1°C em 25°C e RH: 0.07% em 25°C) programados para realizar medições em intervalos horários, os quais foram acondicionados em abrigos meteorológicos apoiados em tripé fixadas a uma altura aproximada de 1,5 metro do solo. Posteriormente, cada ponto de coleta foi georreferenciado com o GPS de navegação com o sistema de posicionamento global com projeção UTM e Datum planimétrico SAD 69, para posterior espacialização, no Sistema de Informação Geográfica.

A localização geográfica dos pontos monitorados, apresentada na Figura 2, estão dispostos no Quadro 1.



Figura 2. Universidade Federal da Paraíba – UFPB, *Campus IV*, com destaque para a localização dos pontos de coleta de dados.

Quadro 1. Localização geográfica, em UTM, das amostras experimentais no *Campus IV* da UFPB.

Pontos	Local	Longitude (X)	Latitude (Y)
P1	Praça 1	270779	9247194
P2	Resquício de Mata Atlântica	270640	9247202
P3	Praça 2	270681	9247164
P4	Biblioteca	270706	9247283
P5	Salas	270665	9247134

A intensidade de ilha de calor (IC) urbana foi obtida pela diferença entre o ponto com a menor temperatura do ar da e os pontos com maiores temperaturas (Oke, 1973; Silva et al., 2010). Dessa forma, o ponto P2 (resquício de Mata Atlântica) foi considerado o ponto de referência para o estabelecimento da intensidade de IC.

As médias diárias das variáveis foram avaliadas a partir de dados de dezembro (2012) a fevereiro de 2013, referente ao período seco e junho a agosto de 2013 (chuvoso).

Para medir o conforto térmico em áreas urbanas, um dos índices utilizados por vários estudiosos do clima urbano é o Índice de desconforto térmico (IDT) desenvolvido por Thom (1959), o qual estabelece uma relação entre

a temperatura média e umidade relativa do ar com a finalidade de se obter resultados quanto ao conforto ou estresse experimentados em um ambiente físico modificado. Esse índice se constitui em uma ferramenta indispensável para o planejamento e ordenamento territorial dos centros urbanos, e pode ser obtido pela seguinte equação:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055 UR)(T - 14,5)$$

Em que T é a temperatura do ar (°C) e UR é a umidade relativa do ar (%). Para a caracterização do nível de desconforto térmico, utilizou-se a classificação de Santos (2011), ajustada para condições tropicais, apresentada no Quadro abaixo:

Quadro 2. Faixa de classificação do índice de desconforto de Thom (IDT) ajustado às condições climáticas da região tropical.

Faixas	IDT (°C)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 24,0	Confortável
2	24 ≤ IDT ≤ 26,0	Parcialmente confortável
3	26 < IDT < 28,0	Desconfortável
4	IDT ≥ 28,0	Muito desconfortável

Resultado e discussão

Descrição do uso e cobertura do solo

Utilizando a metodologia apresentada foi realizado o mapeamento e caracterização do uso e cobertura do espaço intra-urbano do *Campus IV* da UFPB. Foram identificadas 6 classes de cobertura do solo, são elas: concreto, cobertura de cerâmica, solo exposto, solo com gramíneas, vegetação arbórea e vegetação arbustiva. Os resultados da classificação da cobertura do solo para os cinco pontos de medição na área de estudo são os seguintes: Praça 1 (P1): apresenta material de cobertura do solo predominantemente do tipo concreto. Com isso, pode-se perceber que a maior parte do material de revestimento é impermeável e apresenta propriedades térmicas de retenção e manutenção de calor. Além disso, o seu entorno é caracterizado por edificações de um a dois pavimentos, impedindo a circulação do vento predominante (sudeste), para a dissipação do calor (Figura 3A). Resquício de Mata Atlântica (P2): este ponto foi inserido contíguo a Área de Preservação Permanente – APP, que é um remanescente de Mata Atlântica localizado em um dos limites do espaço intra-urbano do *Campus IV*,

assim como, próximo a uma mancha de vegetação arbustiva e edificação com um pavimento, sendo a maior parte da área permeável (Figura 3B). Praça 2 (P3): esse ponto de medição está localizado em uma área totalmente impermeabilizada, com material de revestimento do tipo concreto e cerâmica. Apresenta uma pequena porção de gramíneas e é cercada por edificações de um a dois pavimentos, atuando como barreira para a passagem do vento predominante (ventos alísios de sudeste) (Figura 3C). Biblioteca (P4): apresenta material de cobertura do solo predominantemente do tipo concreto e em menor quantidade cerâmica e uma pequena porção de gramíneas. Com isso, pode-se perceber que a maior parte do material de revestimento é impermeável responsável pela retenção de calor. O entorno deste ponto é caracterizado por edificações de um a dois pavimentos, impedindo a circulação do vento predominante (Figura 3D). Salas (P5): esse ponto encontra-se situado em uma área com predominância do solo exposto e permeável, seguido do revestimento do tipo cerâmico. Apresentando uma edificação com dois pavimentos no seu entorno (Figura 3E).



Figura 3. Pontos experimentais inseridos no *Campus IV* da UFPB. Ponto P1 – Praça 1 (A). Ponto P2 – Resquício de Mara Atlântica (B). Ponto P3 – Praça 2 (C). D. Ponto P4 - Biblioteca (D). Ponto P5 - Salas (E).

Comportamento das condições do campo térmico intra-urbano

De acordo com o tratamento dos dados nos períodos avaliados, a variação média da temperatura foi de 0,4 °C no inverno e de 2,5 °C no verão, e quanto à umidade relativa do ar foi de 5,7 % no inverno e 7,7 % no verão. O ponto P2 apresentou as melhores médias de temperatura e umidade relativa do ar nos períodos avaliados, quando comparado com os pontos P1, P3, P4 e P5, os quais tiveram as maiores médias (Quadro 3, Figura 4). Esse fato pode ser explicado pelo uso e ocupação do solo, sendo os pontos P1, P3, P4 e P5 constituído por materiais da construção civil, os

quais possuem propriedades térmicas de absorção e retenção do calor no ambiente. Por outro lado, o ponto P2 apresenta características mais naturais, em destaque a presença de vegetação do porte arbóreo, o qual pelo processo de evapotranspiração contribui com o aumento da umidade e diminui a temperatura, assim como proporciona sombreamento (Figura 4). No estudo de Gaitani et al. (2011) também foram observadas temperaturas mais altas (variando de 34° a 37 °C) nas áreas não sombreadas e especialmente naquelas pavimentadas, enquanto as áreas sombreadas por árvores e com o solo permeável variaram de 30 °C a 32 °C.

Quadro 3. Temperatura/umidade relativa e Índice de Thom dos pontos de coleta

Pontos	Temperatura		Umidade		IDT	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
P1	24,8	27,2	80,5	75,9	23,6	25,2
P2	24,4	25,5	81,7	82,0	23,4	24,3
P3	24,8	27,9	80,5	75,3	23,6	26,0
P4	24,8	28,0	80,3	75,3	23,7	26,1
P5	24,8	27,8	76,0	74,3	23,4	25,9
Média	24,7	27,3	79,8	76,6	23,5	25,5

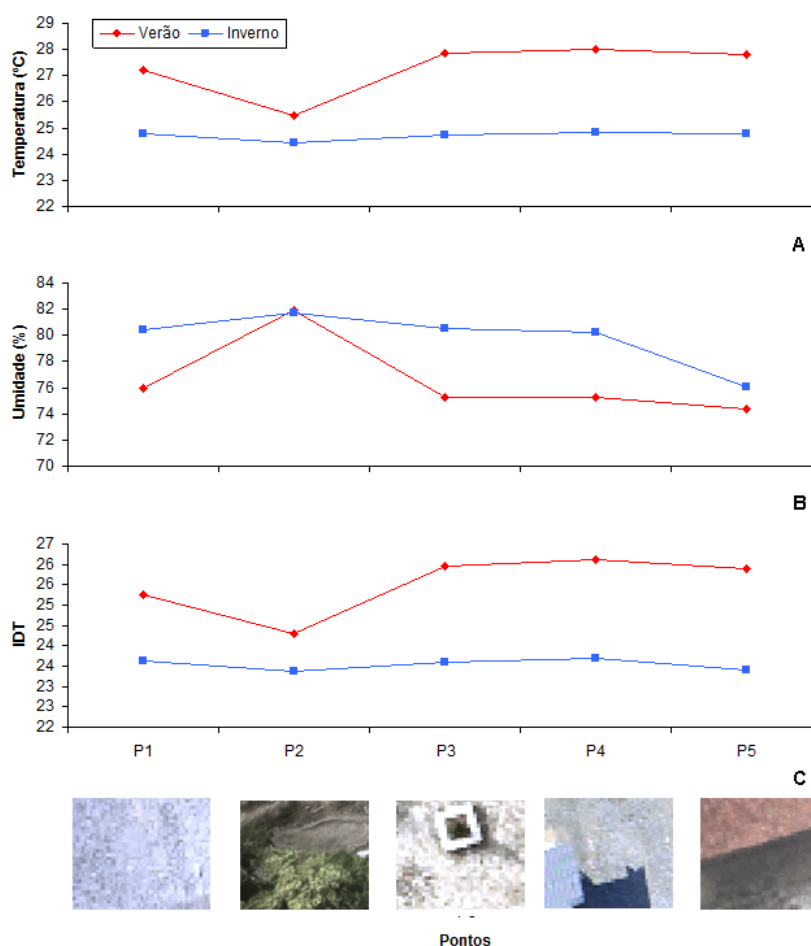


Figura 4. Média da Temperatura (A), umidade relativa do ar (B) e IDT (C) dos pontos de coleta, durante o inverno e verão.

Quanto ao Índice de Desconforto Térmico médio percebe-se que tanto no período do inverno quanto do verão foi classificado como parcialmente confortável, entretanto o menor valor ocorreu no inverno com 23,5 °C. Ainda pode-se constatar que os pontos P2, com vegetação arbórea e arbustiva, e o P5, com solo exposto, apresentaram o melhor índice no inverno com 23,4 °C e apenas o P2 no verão com 24,3 °C, se enquadrando na faixa parcialmente confortável. Já P1, P3 e P4 apresentaram maiores índices no inverno, com respectivamente 23,6 °, 23,6 ° e 23,7 °C, sendo classificados como parcialmente confortável e no verão P1 (25,2 °C) continuou parcialmente confortável, mas P3 e P4 passaram a ficar desconfortáveis (Quadro 3) (Figura 5). Tais

pontos foram mais desconfortáveis devido à constituição impermeável do solo e a falta de vegetação, a qual ameniza a temperatura devido à evapotranspiração e o sombreamento, assim como o solo exposto que não retém tanto o calor sensível, quando comparado com o solo impermeável. Na cidade de Szeged, Hungria, também foi observada que as condições de conforto térmico foram diferenciadas de acordo com o uso e ocupação do solo, no qual as áreas pavimentadas sem sombreamento apresentaram maiores temperaturas, sendo consideradas desconfortáveis, enquanto áreas permeáveis e sombreadas eram confortáveis, pela baixa temperatura (Égerházi et al., 2013).

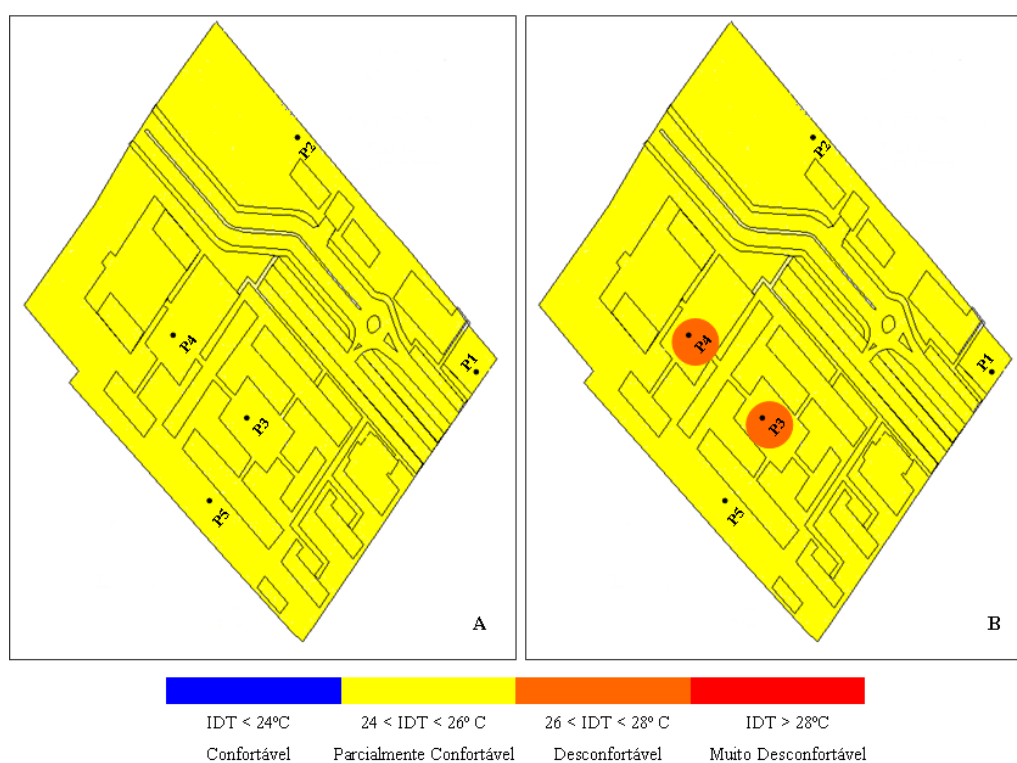


Figura 5. Espacialização do Índice de conforto térmico nos pontos de coleta, durante o inverno (A) e verão (B).

A intensidade de ilha de calor (IC) urbana foi obtida pela diferença entre o ponto com menor temperatura do ar (P2), condicionado pelo tipo de uso e ocupação do solo (apresentando vegetação e maior parte da área permeável) com os pontos que apresentaram maiores temperaturas, por serem mais urbanizados e impermeabilizados (P1, P3, P4 e P5). Logo, a maior intensidade da ilha de calor foi de 2,53 °C no P4, seguido do P3 (2,35 °C), P5 (2,32) e a menor ocorreu no P1 (1,69 °C), durante o verão. No inverno a maior intensidade da ilha de calor foi no P4 (0,41 °C), seguido do P1 (0,38 °C), P5 (0,36 °C) e P3 (0,33 °C) (Figura 6). A intensidade da ilha de calor está diretamente

correlacionada com o excesso de material civil, como concreto e cerâmica, e também associado com a supressão da vegetação. Esses resultados corroboram com a pesquisa de Coltri et al. (2007), realizada nos bairros de Jardim Primavera e Paulicéia, região urbana de São Paulo.

Ainda, a intensidade média da ilha de calor apresentou o comportamento assimétrico, pois no verão ocorreu maior expressão, com 2,2 °C, enquanto no inverno foi de 0,37 °C assim como constatado em 38 cidades dos Estados Unidos, onde a média foi de 4,3 °C no verão e 1,3 °C no inverno (Imhoff et al., 2010). Essa variação sazonal da intensidade de ilha de calor pode ser

explicada pelas elevadas temperaturas durante o verão (Temperatura média de 27,3 °C) e menores

temperaturas no inverno (Temperatura média de 24,7 °C) (Quadro 3).

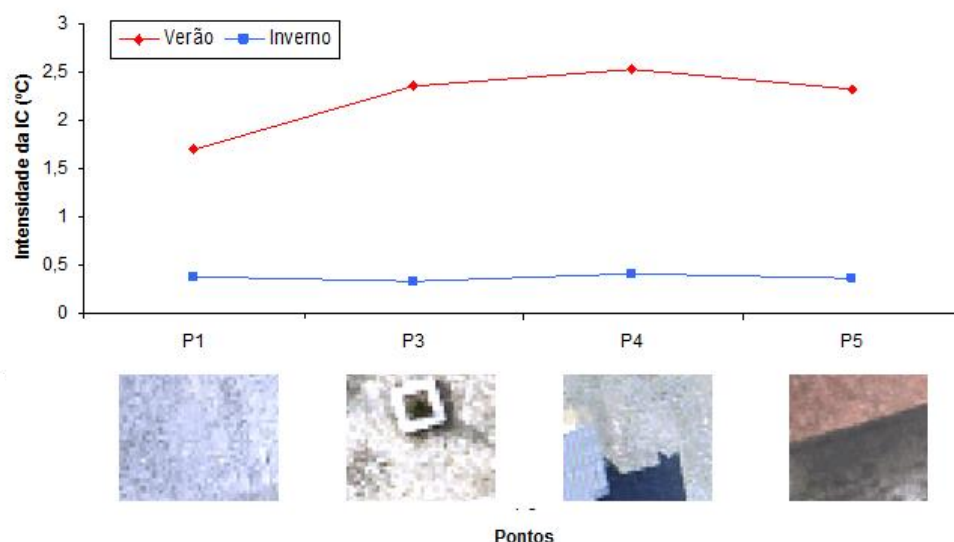


Figura 6. Intensidade da Ilha de Calor (IC) durante o inverno e o verão.

Quanto ao comportamento horário das variáveis, as médias da temperatura do ar são mais baixas entre os horários que correspondem às 20h00min (noite) e 06h00min (manhã) em face da ausência de incidência de radiação solar e redução da emissão de calor sensível emitido pela superfície. Em seguida, a temperatura do ar começa a aumentar até atingir o máximo entre às 11h00min e 14h00min, justamente quando ocorre a maior incidência de radiação solar e emissão de calor sensível. O aumento e redução da temperatura do ar são acompanhados respectivamente pela redução/aumento da umidade relativa e aumento/redução do índice de conforto térmico. Em estudo similar, Santos et al. (2011), avaliando os dados da umidade e temperatura do ar no *Campus I* da UFPB, encontrou oscilações dessas taxas em horários semelhantes ao nosso estudo. Percebe-se também

menores temperaturas e maiores umidades no inverno, quando comparado com o verão. Tal comportamento dessas variáveis no inverno e verão são observadas nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

Vale à pena destacar que os menores valores do índice de Thom ocorreram entre 20h00min da noite e 06h00min da manhã durante os períodos estudados. Sendo o ponto mais confortável foi o P02 e P5 e o menos confortável foi o ponto P04 no inverno; entretanto, essa diferença foi apenas de 0,3 °C. No verão o ponto mais confortável foi o P2 e os demais (P1, P3, P4 e P5) foram menos confortáveis. Os valores máximos do índice de Thom ocorreram no período entre 12h00min e 14h00min em todos os pontos analisados, indicando um nível de conforto térmico dentro da faixa 2 (parcialmente confortável) durante o inverno e na faixa 3 (desconfortável) no verão.

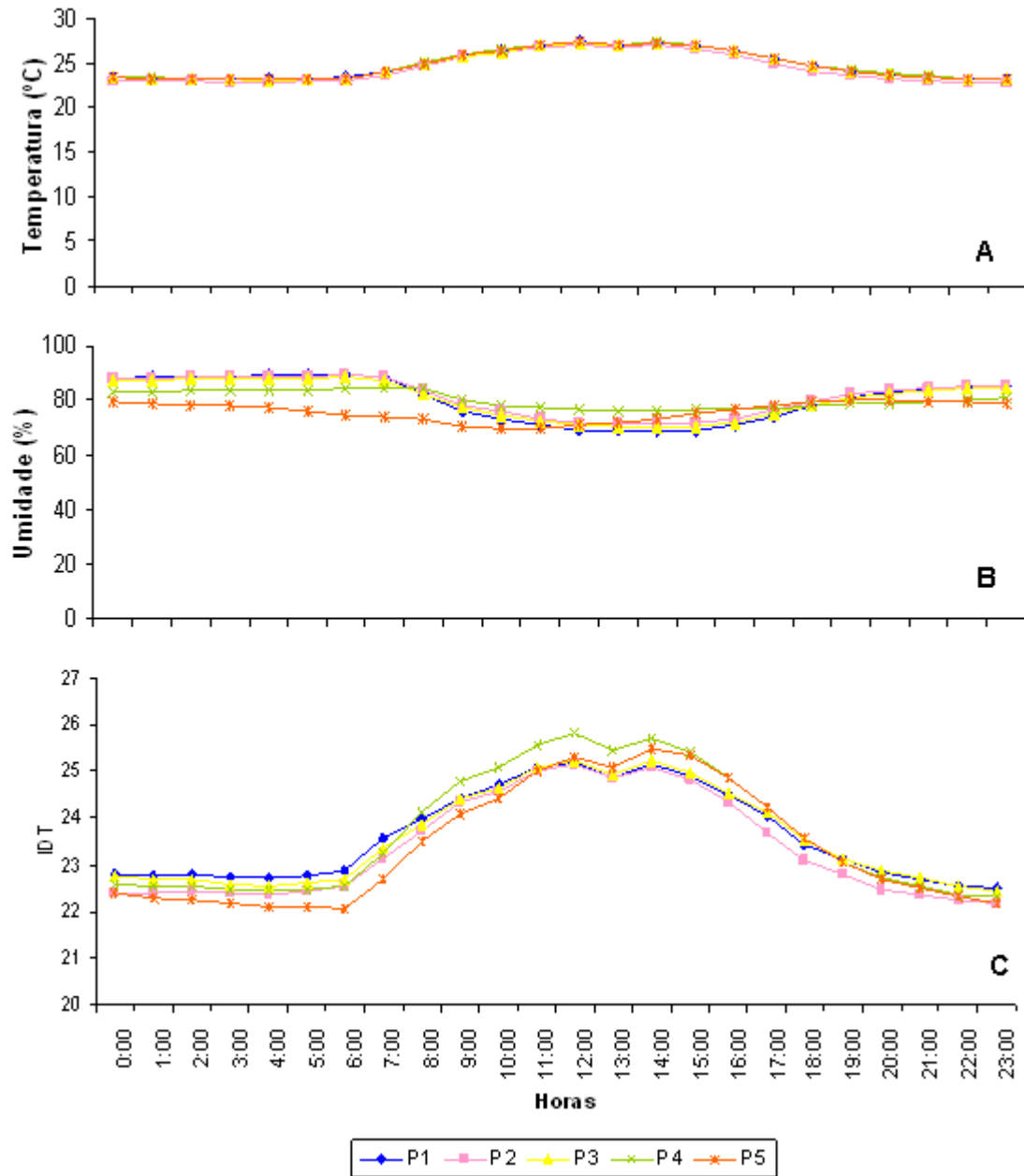


Figura 7. Médias horárias das temperaturas (A) e umidade relativa do ar (B) e Índice de desconforto Térmico (IDT) (C), dos pontos de coleta inseridos no *Campus IV* da UFPB, durante o inverno.

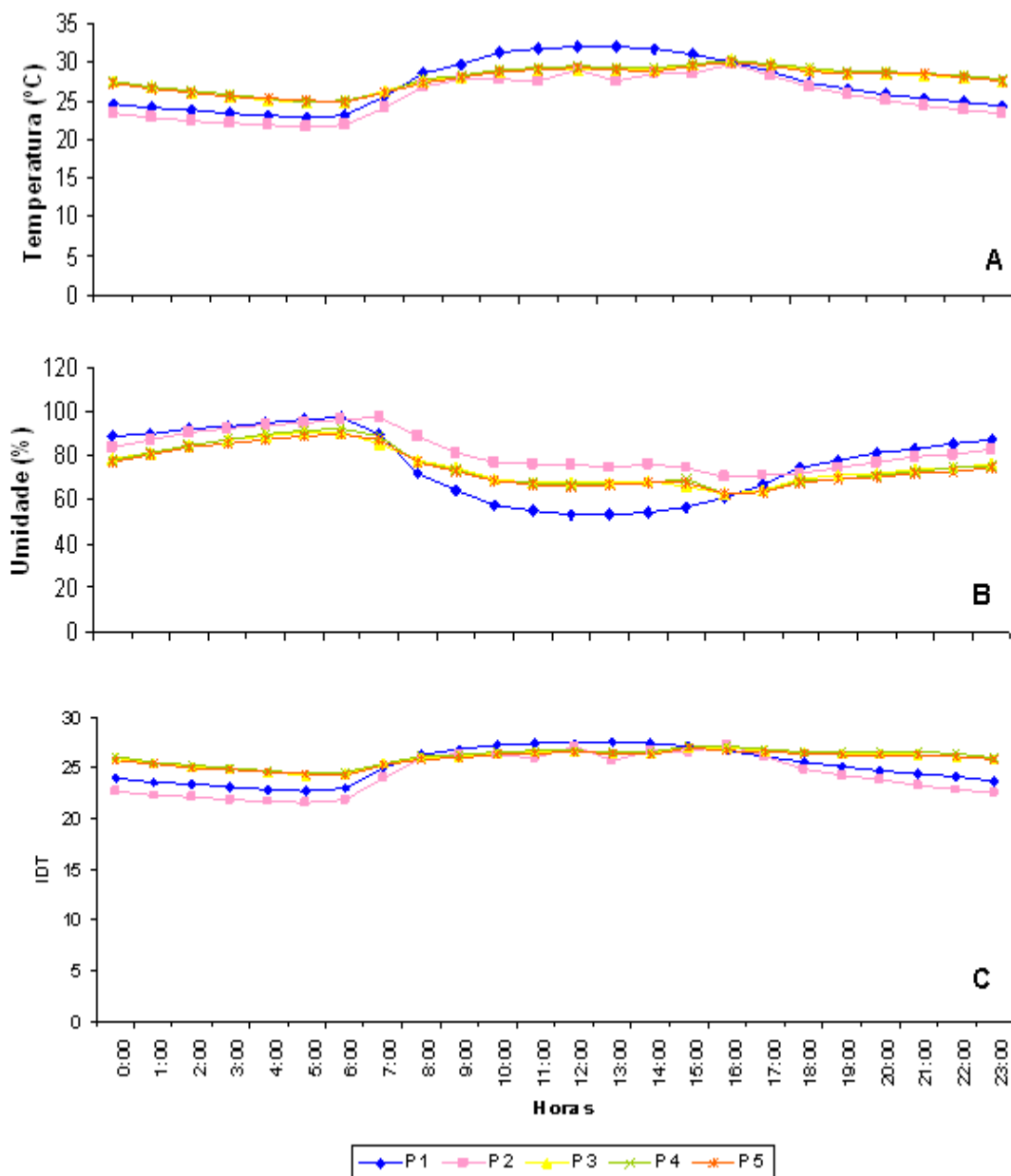


Figura 8. Médias horárias das temperaturas (A) e umidade relativa do ar (B) e Índice de desconforto Térmico (IDT) (C), dos pontos de coleta inseridos no *Campus IV* da UFPB, durante o verão.

A intensidade da ilha de calor urbano para a UFPB *Campus IV* oscilou entre 0,2 °C a 0,6 °C no inverno e 0,2 °C a 4,5 °C no verão, ocorrendo a menor intensidade de ilha de calor durante inverno, no ponto P3 (0,2 °C) às 04h00min (manhã) e a maior intensidade no ponto P4 com 4,5 °C às 23h00min (noite), no período do verão (Quadro 4, Figura 10).

Com isso, pode-se inferir que a temperatura é mais alta no período do verão aumentando a intensidade da ilha de calor, quando comparada com o inverno. O mesmo pode ser observado no estudo de Giannaros e Melas (2012), onde a intensidade da ilha variou de 2° a 4° C durante o verão e de 1° a 3° C no inverno.

Ainda, cabe ressaltar que a intensidade das ilhas de calor diurnas e noturnas são diferenciadas, sendo as ilhas de calor desenvolvidas durante o dia são consequências de raios solares incidindo diretamente no ambiente intra-urbano da UFPB *Campus IV* de forma que, quanto maior o acesso solar, maior a temperatura alcançada. Já as ilhas de calor noturnas, por sua vez, formam-se por processos de trocas de calor por ondas longas, de maneira que quanto maior a possibilidade de eliminação de ondas longas das superfícies para o céu, maior o resfriamento. No estudo de Giannaros e Melas (2012) na Grécia, também mostrou a variação diária da ilha de calor, no qual ocorreu maior intensidade durante a noite e menor durante o período da manhã. Segundo

Gartland (2010) a intensidade da ilha de calor diária pode variar de acordo com as propriedades dos materiais urbanos. Como os pontos P1, P3, P4

e P5 do *Campus IV* da UFPB são constituídos por materiais impermeáveis, que liberam lentamente o calor, o pico de intensidade ocorre à noite.

Quadro 4. Intensidade mínima e máxima da Ilha de Calor, média horária, em cada ponto analisado durante o inverno e verão.

Pontos	Hora	Intensidade mínima da Ilha de Calor (°C)	Hora	Intensidade máxima da Ilha de Calor (°C)
Inverno				
P1	03:00	0,3	17:00	0,6
P3	04:00	0,2	17:00	0,6
P4	04:00	0,3	17:00	0,6
P5	02:00	0,3	17:00	0,6
Verão				
P1	19:00	0,8	13:00	4,3
P3	09:00	0,3	23:00	4,2
P4	09:00	0,5	23:00	4,5
P5	09:00	0,2	23:00	4,4

Conclusões

Foi constatado que o Ponto P2 apresentou menores temperaturas e maiores umidades para ambos os períodos monitorados, pois o mesmo está localizado nas proximidades de um resquício de Mata Atlântica, demonstrando assim, o papel da vegetal na amenização climática e manutenção da qualidade do ar. Por outro lado, os demais pontos P1, P3, P4 e P5 apresentaram maiores temperaturas e menores umidades durante o inverno e verão, devido às características do uso e ocupação do solo, os quais apresentam materiais impermeáveis do tipo concreto e cerâmica que absorvem e mantêm o calor no espaço intra-urbano do *Campus IV* da UFPB.

O nível de conforto térmico foi influenciado pelas condições microclimáticas que estão diretamente relacionadas com as características físicas das amostras experimentais. Sendo o ponto P2, com vegetação arbórea e arbustiva, e o P5, com solo exposto, apresentaram menores índices de conforto térmico no inverno, ambos com 23,4 °C, sendo classificados como confortáveis. Os pontos P1, P3 e P4, constituídos por materiais impermeáveis, apesar de serem considerados confortáveis, apresentaram índices mais elevados quando comparado com os demais pontos. No verão, apenas o ponto P2 obteve o menor índice (24,3 °C), se enquadrando na faixa parcialmente confortável. Já o ponto P1 continuou parcialmente confortável, mas P3 e P4 passaram a ficar desconfortáveis.

Quanto à intensidade da ilha de calor, obteve-se maiores intensidades durante a noite, principalmente no período do verão, sendo a maior intensidade da ilha de calor no ponto P4,

seguido do P3, P5 e a menor ocorreu no ponto P1, durante o verão. E no inverno a maior intensidade da ilha de calor continuou no ponto P4, seguido do P1, P5 e P3. Tais resultados estão correlacionados com o material civil que compõe as amostras, assim como com as maiores temperaturas ocorrentes no verão, quando comparado com o inverno.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem a Universidade Federal da Paraíba e ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, pelo apoio financeiro aos estudos.

Referências

- Coltri, P.P, Velasco, G.D.N., Polizel, J.L.; Demetrio, V.A.; Ferreira, N.J., 2007. Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP. Disponível: <file:///D:/Downloads/5151-5157.pdf>. Acesso: 20 dez. 2014.
- Costa, A.D.L., 2007 O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido. Tese (Doutorado). Campinas, UNICAMP.
- Chandler, T.J., 1962 London's urban climate, WMO, Geneva.
- Danni, I.M., 1980. Ilha térmica de Porto Alegre: contribuições ao estudo de clima urbano. Boletim Gaúcho de Geografia 8, 33-48.
- Égerházi, L.A.; Kovács, A., Unger, J., 2013. Application of microclimate modelling and onsite survey in planning practice related to

- an urban micro-environment. *Advances in Meteorology*. 1-10.
- Gaitani, N. et al., 2011. Improving the microclimate in urban areas: a case study in the centre of Athens. *Building Services Engineering Research Technology* 32, 53-71.
- Gartland L., 2010. Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas, 1 ed. OFICINA DE TEXTOS, São Paulo..
- Giannaros, T.M., Melas, D., 2012. Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean City: The case study of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Research* 118, 103-120.
- Howard, L., 1833. The climate of London. *International Association for urban climate* 1, 1-221.
- Imhoff, M.L., Zhang, P., Wolfe, R.E., Bounoua, L., 2010. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote Sensing of Environment* 114, 504-513.
- Katzschner, L., Bosch, U., Rottegen, M., 2002. Behavior of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. França.
- Lombardo, M.A., 1985. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo, 1 ed. HUCITEC, São Paulo.
- Monteiro, C.A.F., 1976. Teoria e Clima Urbano, 1 ed. IGEO/USP, São Paulo:
- Monteiro, C.A.F., Tarifa, J.R., 1977. Contribuição ao estudo do clima de Marabá: uma abordagem de campo subsidiária ao planejamento urbano, USP, São Paulo.
- Oke, T.R., 1973. City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment Pergamon Press*. 7, 769-779.
- Oke, T.R., 1976. The distinction between canopy and boundary-layer urban heat island. *Atmosphere* 14, 268-277.
- Rocha, L.M.V., Souza, L.C.L., Castilho, F.J.V., 2011. Ocupação do solo e ilha de calor noturnas em avenidas marginais a um córrego urbano. *Ambiente Construído* 11, 161-175.
- Sampaio, A.H.L., 1981. Correlações entre o uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador. Tese (Doutorado). São Paulo, USP.
- Santos, J.S.; Silva, V.P.R.; Araújo, L.E.; Lima, E.R.V, Costa, A.D.L., 2011. Análise das condições do conforto térmico em ambiente urbano: estudo de caso em *Campus* universitário. *Revista Brasileira de Geografia Física* 2, 336-353.
- Santos, J.S., 2011. Campo térmico urbano e a sua relação com uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida. Tese (Doutorado). Campina Grande. UFCG.
- Silva, V.P.R., Azevedo, P.V., Brito, R.S., Campos; J.H.B.C., 2010. Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. *Environment Monitoring Assess.*161, 45-59.
- Taha, H., 1997. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings* 25, 99-103.
- Thom, E., 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12, 57-60.