



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Ilhas De Calor E Desconforto Térmico No Semiárido Brasileiro: Um Estudo De Caso Na Cidade De Petrolina-PE

Pérciles Tadeu da Costa Bezerra², Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão³, Pedro Vieira de Azevedo⁴

²Doutorando em Recursos Naturais - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (PPGRN/CTRN/UFCG) e Analista de Infraestrutura do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, SAN Q.03 Bl. A - Ed. Núcleo dos Transportes, Brasília/DF, CEP: 70.040-902, Fone: 61-3315.8351, E-mail: pericles.bezerra@dnit.gov.br; ³Prof. Dr. do Colegiado Acadêmico de Engenharia Agrícola e Ambiental (CENAMB/UNIVASF), Av. Antônio Carlos Magalhães N°. 510, Country Club, Juazeiro-BA, CEP: 48902-300, Fone: 74-2102.7604, E-mail: mario.miranda@univasf.edu.br; ⁴Prof. Dr. da Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA/CTRN/UFCG), Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande/PB, CEP: 58.429-140, Fone: 83-2101.1199, E-mail: pvieira@dca.ufcg.edu.br.

Artigo recebido em 09/08/2013 e aceito em 08/10/2013

RESUMO

O presente trabalho objetivou identificar ilhas de calor (IC) e determinar o nível de desconforto térmico do município de Petrolina-PE, localizado no semiárido brasileiro. A pesquisa, realizada de 01/01/2012 a 31/12/2012, analisou dados de temperatura e umidade relativa do ar em duas estações meteorológicas instaladas nas áreas urbana e rural do referido município. As ilhas de calor foram caracterizadas pelas diferenças de temperatura do ar entre os dois ambientes, enquanto o desconforto térmico foi determinado adaptando o cálculo do índice de desconforto térmico (IDT), obtendo-se equações ajustadas para valores máximos (IDTx) e mínimos (IDTm) desse índice. Os resultados evidenciaram ocorrência de ilha de calor de forte intensidade (5,3 °C) em 28/04/2012 na área urbana, onde o IDTx indicou desconforto térmico por sete meses (pontualmente de janeiro a maio e intensamente em novembro e dezembro) e conforto parcial nos demais meses (junho a outubro). Contudo, na área rural, o IDTx caracterizou desconforto térmico em apenas dois meses (novembro e dezembro) e conforto parcial nos demais (janeiro a outubro). O IDTm da área urbana indicou conforto térmico em quatro meses (meados de junho a meados de outubro), sendo os demais meses caracterizados por conforto parcial. Na área rural, o IDTm registrou conforto térmico de fevereiro a maio (pontualmente), de junho a outubro (intensamente) e conforto parcial nos demais meses. Ficou evidenciado que elementos constitutivos da área urbana de Petrolina-PE contribuem para formação e expansão de ilhas de calor que geram desconforto térmico para seus habitantes.

Palavras-chave: Áreas urbana e rural, temperatura e umidade do ar, ilha de calor, conforto térmico.

Heat Islands And Thermal Discomfort In The Brazilian Semiarid Region: A Case Study In City Of Petrolina-PE

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the occurrence of heat islands (HI) and determine the thermal discomfort level in the city of Petrolina-PE, located in the Brazilian semiarid. The survey, conducted from 01/01/2012 to 12/31/2012, analyzed air temperature and relative humidity at two meteorological stations located in urban and rural areas of the municipality. Heat islands were characterized by differences in air temperature between both environments, while thermal discomfort was determined by adapting the calculation of the thermal discomfort index (TDI), obtaining adjusted equations for maximum (TDIx) and minimum (TDIm) values of TDI. The results indicated the existence of high intensity heat islands (HI = 5.3 °C) on 04/28/2012 in the urban area, where TDIx indicated thermal discomfort for seven months (occasionally from January to May and intensely from November to December) and partial comfort in the remaining months (June to October). However, in the rural area, TDIx indicated thermal discomfort in just two months (November

and December) and thermal comfort from January to October. TDI_m in urban area indicated thermal comfort in four months (mid-June to mid-October), whereas the remaining months were characterized by partial comfort. In rural area, TDI_m indicated that thermal comfort was occasionally detected from February to May and intensely detected from June to October, while the other months were characterized by partial comfort. It was evident that the constituent elements of the urban area of Petrolina-PE contribute to the formation and expansion of heat islands bringing thermal discomfort for its inhabitants.

Keywords: Urban and rural areas, air temperature and humidity, heat islands, thermal comfort.

Introdução

Neste início de século muitas cidades passaram a ser vistas como ícones da crise ambiental e problemas relacionados ao espaço urbano são os mais diversificados possíveis. Dentre eles, destacam-se as alterações climáticas que as cidades experimentam em relação ao ambiente natural.

O processo de desenvolvimento acelerado e sem planejamento das cidades contribui para explicar as modificações em suas estruturas urbanas originais, principalmente pela verticalização das edificações associada à impermeabilização e pavimentação de vias públicas, seja com pedras, concreto ou revestimento asfáltico. Com isso, as áreas centrais das cidades experimentam uma elevação na temperatura do ar em relação ao seu entorno, fenômeno conhecido como ilha de calor, e caracterizado quando o ar da cidade se torna mais quente que o ar das regiões circunvizinhas (Oke, 1991; Monteiro & Mendonça, 2006).

O semiárido brasileiro, com área aproximada de 1.037.000 km² e vegetação predominante de Caatinga (Brasil, 2005), constitui-se num dos espaços geográficos mais vulneráveis aos efeitos de alterações climáticas. Apresenta clima caracterizado por

elevadas médias anuais de temperatura do ar (27 °C), de evaporação (2.000 mm) e precipitação pluviométrica anual de até 800 mm, com distribuição irregular no tempo e no espaço (INSA, 2011). Tais atributos climáticos geram graves consequências sócioambientais para seus mais de 25 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

As condições climáticas naturais da região semiárida brasileira são potencializadas pelos elementos constituintes das estruturas urbanas, piorando a qualidade de vida nas áreas centrais da cidade devido ao aumento do desconforto térmico, já que a disposição das edificações e os materiais utilizados no revestimento das superfícies, principalmente o asfalto, têm a propriedade de alterar o regime de circulação dos ventos e de armazenar calor. Com isso, estudar e analisar as condições climáticas das cidades é essencial para a compreensão de alterações das variáveis meteorológicas provocadas pela urbanização, já que, o conhecimento de sua dinâmica se constitui numa ferramenta de tomada de decisão do Poder Público sobre a ocupação e a expansão das cidades.

Modelos climáticos globais, por questão de escala, nem sempre representam de forma precisa as condições locais e regionais. Nesse

sentido, várias iniciativas de pesquisa têm enfatizado análises em menores escalas para produção de cenários mais representativos da realidade urbana (Dias & Dias, 2007). Entretanto, pesquisas sobre clima urbano em cidades do Nordeste brasileiro têm se limitado às capitais, como as desenvolvidas em Salvador-BA por Neri et al. (2006), em Fortaleza-CE por Moura et al. (2010), em Recife-PE por Moreira & Nóbrega (2011) e em João Pessoa-PB por (Santos et al., 2011; 2012), ignorando-se, na maioria das vezes, a porção semiárida do Brasil.

A cidade de Petrolina-PE, inserida na porção central do semiárido brasileiro e com aproximadamente 350 mil habitantes, desponta como uma referência de crescimento na mesorregião denominada Submédio São tando-se ao norte com o município de Dormentes-PE, ao sul com o estado da Bahia, a leste com Lagoa Grande-PE, e a oeste com o estado da Bahia e o município de Afrânio-PE. Apresenta clima do tipo BSw'h' (classificação de Köppen), definido como semiárido e muito seco, com período chuvoso ocorrendo entre novembro e abril, e precipitação pluviométrica média anual de 549 mm (Teixeira, 2010).

Foram utilizados dados médios, máximos e mínimos horários de temperatura e umidade relativa do ar, obtidos por meio de

Francisco e microrregião homônima do estado de Pernambuco. Juntamente com a vizinha cidade de Juazeiro-BA representa, em grande parte, um pólo de desenvolvimento regional alavancado pela fruticultura irrigada circunscrita em meio à Caatinga, o que lhe confere grande importância de estudo sobre as alterações na dinâmica do clima urbano. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar a ocorrência de ilhas de calor e determinar o índice de desconforto térmico em Petrolina-PE, por ser esta uma cidade representativa do Semiárido brasileiro, palco de intenso processo de desenvolvimento econômico e social das últimas décadas.

A pesquisa foi desenvolvida no município de Petrolina, que dista 722 km da capital do estado de Pernambuco, Recife, lim psicômetros elétricos para o período de 01 de janeiro a 31 de dezembro de 2012. Na área urbana, os dados foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (09°23'18"S; 40°31'24"W), localizada no bairro Gercino Coelho, enquanto os dados da área rural foram medidos na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF (09°19'29"S; 40°33'35"W). A localização de Petrolina com imagens das estações meteorológicas está destacada na Figura 1.

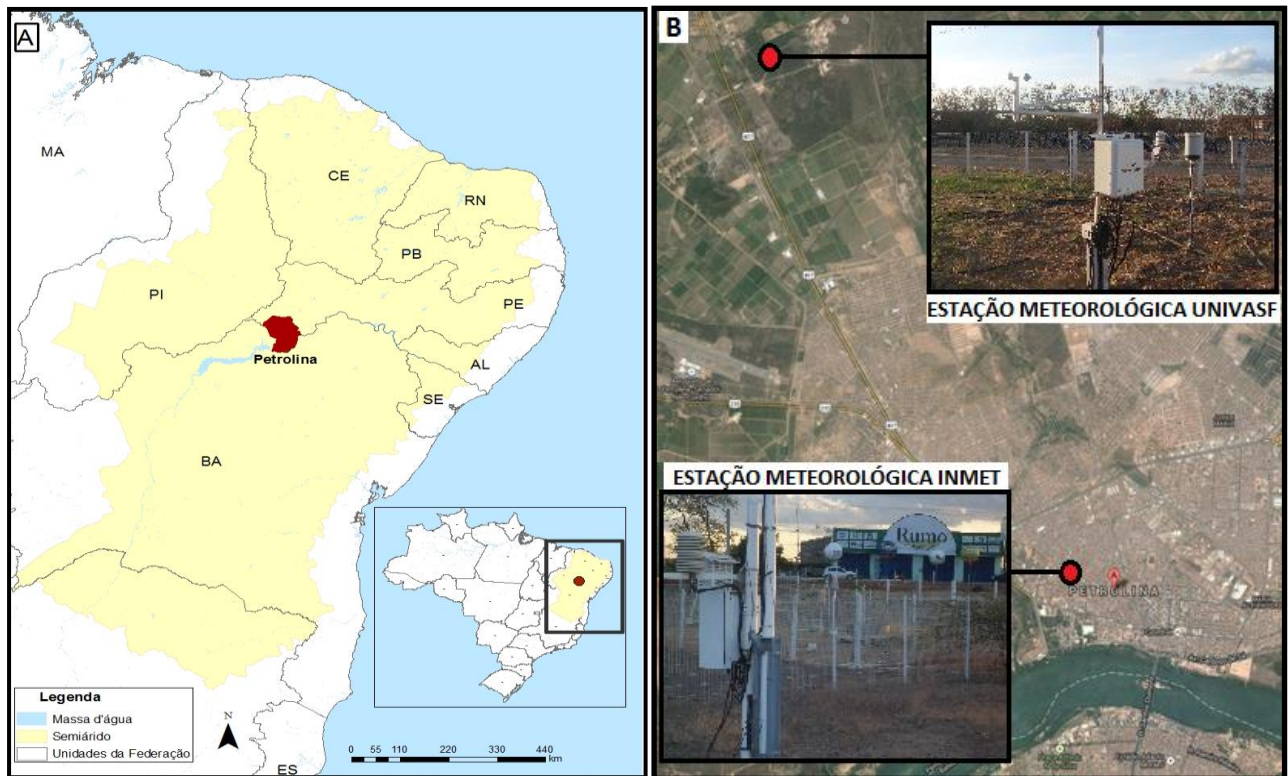


Figura 1. (A) Localização geográfica de Petrolina-PE, no mapa do Semiárido brasileiro; (B) Localização das estações meteorológicas do INMET em área urbana e da UNIVASF em área rural.

Fonte: (A) Adaptado da cartilha “Nova Delimitação do Semiárido Brasileiro”, Ministério da Integração Nacional – 2005; (B) Imagem de Petrolina extraída do “Google Earth” mesclada com fotos do autor.

Para caracterização das ocorrências de ilhas de calor (IC) foi utilizada a comparação da temperatura do ar (mínima, média e máxima) entre as áreas urbana e rural (Monteiro, 1976), adotando-se como parâmetro a seguinte escala de intensidade: (i) intensidade fraca, quando a diferença de temperatura do ar oscila entre 0 e 2 °C; (ii) moderada, quando a diferença de temperatura do ar se situa entre 2 e 4 °C; (iii) forte, quando a diferença de temperatura do ar oscila entre 4 e 6 °C e; (iv) muito forte, quando a diferença de temperatura do ar for maior do que 6 °C

(Gómez et al., 2001). Valores abaixo de 0° indicam a não ocorrência de ilhas calor.

O desconforto térmico foi determinado abrangendo condições diárias extremas de temperatura do ar máxima e mínima, gerando, respectivamente, valores de índice de conforto térmico máximo e mínimo, empregando-se as seguintes expressões para suas determinações:

$$IDTx = T_{\text{máx}} - (0,55 - 0,0055 \cdot UR_{\text{mín}}) \cdot (T_{\text{máx}} - 14,5) \quad (1)$$

$$IDTm = T_{\text{mín}} - (0,55 - 0,0055 \cdot UR_{\text{máx}}) \cdot (T_{\text{mín}} - 14,5) \quad (2)$$

onde IDT_x é o índice de desconforto térmico máximo (°C), T_{máx} é a temperatura máxima do ar (°C), UR_{mín} é a umidade relativa mínima (%), IDT_m é o índice de desconforto térmico mínimo (°C), T_{mín} é a temperatura mínima do ar (°C) e UR_{max} é a umidade relativa máxima (%).

As equações (1) e (2) foram adaptadas da formulação para cálculo do índice de desconforto térmico (IDT) proposta por Thom, apresentado por Monteiro & Alucci (2005), expresso por:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055.UR).(T - 14,5) \quad (3)$$

onde IDT é o índice de desconforto térmico (°C), T é a temperatura do ar (°C) e UR a umidade relativa do ar (%).

A adaptação do cálculo se fez necessária tendo em vista que a temperatura do ar máxima (T_{máx}) ocorre em horários muito próximos em que ocorre a umidade relativa do ar mínima (UR_{mín}) e, analogamente, a temperatura do ar mínima (T_{mín}) ocorre em horário muito próximo daquele em que ocorre a umidade relativa do ar máxima (UR_{máx}), possibilitando a geração de índices de conforto térmico distintos. Os valores dos índices de desconforto térmico foram avaliados adotando classificação proposta por Silva et al. (2009), mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Classes do desconforto térmico em função do índice de desconforto térmico (IDT).

Nível	Faixa do IDT (°C)	Classe do desconforto térmico
1	IDT ≤ 14,9	Desconfortável
2	15,0 ≤ IDT ≤ 19,9	Confortável
3	20,0 ≤ IDT ≤ 26,4	Conforto parcial
4	IDT ≥ 26,5	Desconfortável

Fonte: Silva et al. (2009)

Resultados e discussão

A temperatura do ar observada nas áreas urbana e rural de Petrolina no ano de 2012 é apresentada na Figura 2, onde se

verifica que a temperatura do ar mínima (Figura 2A), média (Figura 2B) e máxima (Figura 2C) do ambiente urbano foi mais elevada que as suas correspondentes no ambiente rural praticamente ao longo do ano

inteiro, caracterizando a existência de ilhas de calor. Na Figura 2A, observa-se que a temperatura mínima na área rural variou entre 14,7 e 25,5 °C, enquanto que na zona urbana essa variação foi de 17,7 a 26,1 °C. A Figura 2B evidencia que a temperatura média na área rural esteve entre 21,5 e 30,1 °C, enquanto que na área urbana oscilou entre 22,2 e 31,8 °C. Nas situações expressas pelas Figuras 2A

e 2B, os menores valores de temperatura ocorreram no mês de agosto e os maiores em novembro, tanto na área rural quanto na área urbana. A Figura 2C indica que a temperatura máxima da zona rural variou de 26,0 a 37,4 °C, ocorrendo respectivamente em fevereiro e novembro, enquanto a área urbana registrou 27,0° em setembro e 38,0 °C em novembro.

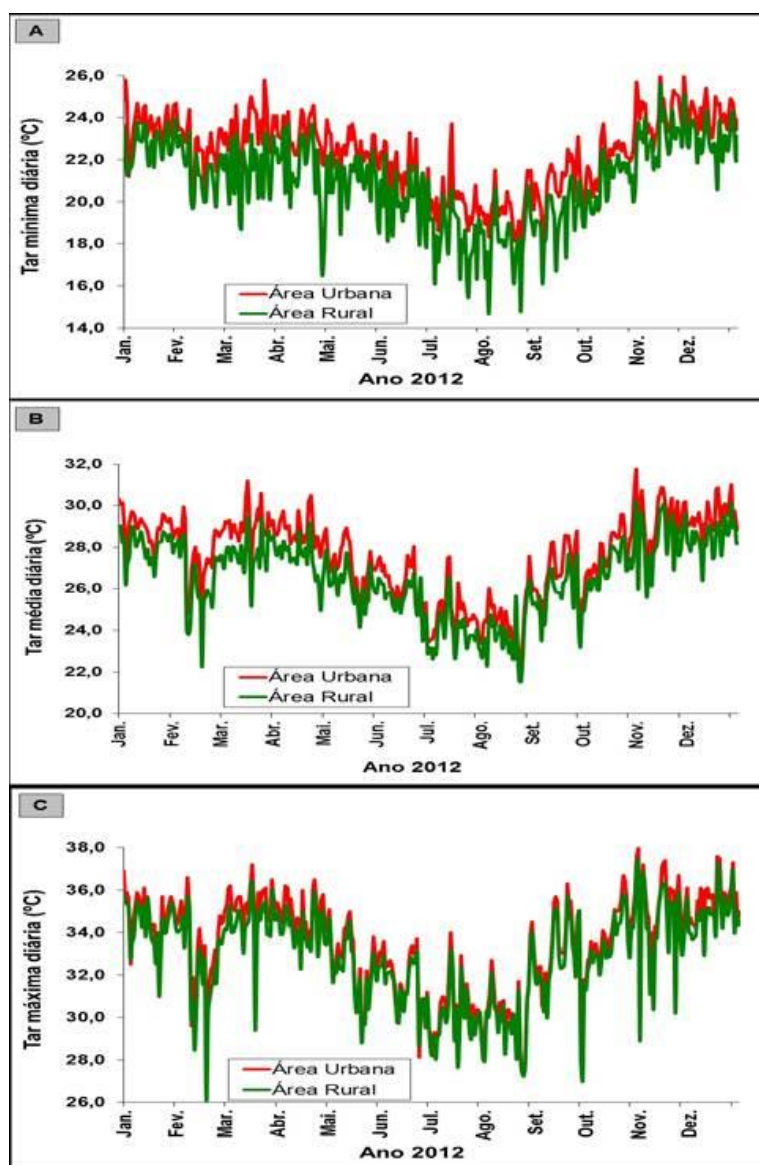


Figura 2. Temperatura do ar mínima (A), média (B) e máxima (C) diária registrada nas áreas urbana e rural de Petrolina-PE no ano de 2012.

As diferenças entre a temperatura do ar observadas nos dois ambientes pesquisados

Bezerra, P.T.C.; Leitao, M.M.V.B.R.; Azevedo, P.V.

estão apresentadas graficamente na Figura 3 e evidenciam a ocorrência e intensidade de ilhas

de calor (IC), de acordo com a metodologia aplicada.

A Figura 3A apresenta o comportamento das ilhas de calor com base na diferença entre a temperatura mínima do ar registrada na área urbana e na área rural, indicando que para essas condições, ocorreram ilhas de calor em quase todos os dias do ano com intensidade variando de fraca a moderada. Particularmente, no dia 28 de abril, ocorreu a maior diferença entre a temperatura mínima do ar da área e da área rural (5,3 °C), caracterizando ocorrência de ilha de calor de forte intensidade.

Na Figura 3B apresenta-se a formação de ilha de calor calculada a partir da diferença entre a temperatura média das áreas urbana e rural, evidenciando a formação de ilhas de calor no ambiente urbano em quase todos os dias do ano, mas geralmente de intensidade fraca. Destaca-se ainda que no dia 29/04 foi registrada a maior diferença entre a temperatura média da área urbana e a da área rural (2,6 °C), caracterizando a ocorrência de ilha de calor com intensidade moderada.

Na Figura 3C é mostrada a ocorrência de ilhas de calor com base na diferença de temperatura máxima do ar registrada nas áreas urbana e rural. Observa-se que no ambiente urbano ocorreram ilhas de calor em quase todos os dias do ano, mas, em geral, de intensidade fraca. No entanto, ressalta-se que houve aquecimento tanto na área urbana quanto na área rural, o que contribuiu para a

redução da diferença entre esses dois ambientes. A maior diferença entre a temperatura máxima nos dois ambientes (2,3 °C) foi registrada no dia 19 de fevereiro caracterizando a ocorrência de ilha de calor de intensidade moderada. Dessa forma, os resultados evidenciam a formação de ilhas de calor na área urbana de Petrolina para as três situações de temperatura do ar analisadas (mínima, média e máxima), o que corrobora o seu estudo com base na metodologia proposta.

Segundo Teza & Baptista (2005) o fenômeno ilha de calor não ocorre apenas em metrópoles brasileiras, mas principalmente em áreas urbanas em função da ausência de planejamento e inadequação de materiais contrutivos nos espaços urbanos, como observado em Petrolina. Para Gartland (2010), as ilhas de calor são formadas em áreas urbanas porque os materiais de construção normalmente utilizados nessas áreas absorvem e retêm mais calor do sol do que os materiais naturais existentes em áreas rurais.

De acordo com Costa et al. (2009) as áreas urbanas das cidades vêm sofrendo as consequências negativas dos desequilíbrios ambientais, materializados por meio do excessivo aquecimento de seus espaços, o que tem provocado desconforto térmico às suas populações, como as ilhas de calor na zona urbana de Ilha Solteira-SP, com intensidade semelhante às observadas neste estudo para Petrolina.

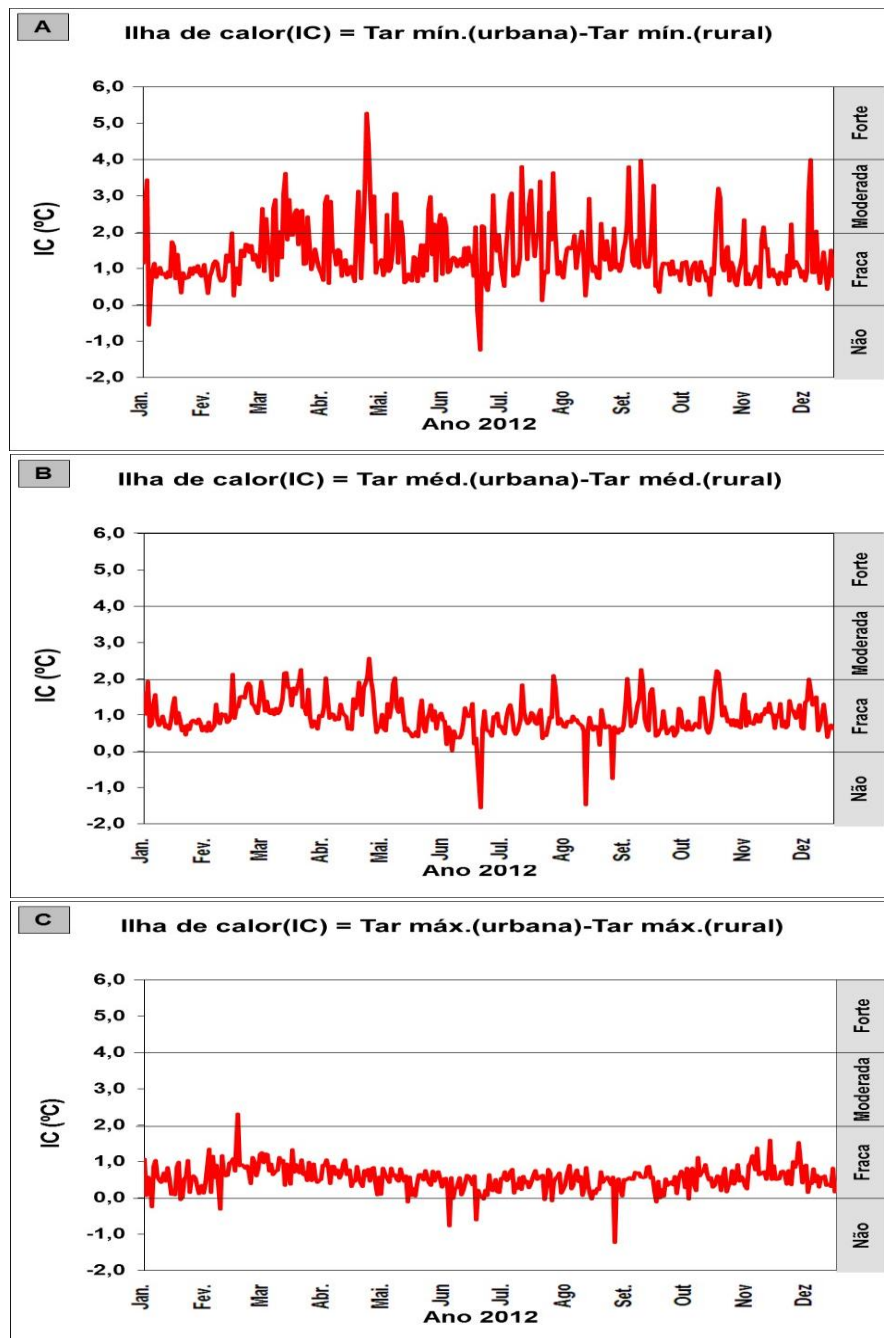


Figura 3. Intensidade diária de ilhas de calor em Petrolina-PE com base na temperatura do ar mínima (A), média (B) e máxima (C) registradas no ano de 2012.

Na Figura 4 apresentam-se as curvas de umidade relativa do ar mínima (A), média (B) e máxima (C) nos ambientes urbano e rural de Petrolina ao longo do ano de 2012.

Constata-se que na maioria dos dias, a área rural teve índice de umidade mínima do ar mais elevado do que a área urbana (Figura

4A). Análise similar pode ser realizada em relação à umidade relativa do ar média (Figura 4B), com índices menores no ambiente urbano e maiores no ambiente rural. Ressalta-se ainda que no geral a umidade relativa esteve abaixo de 40% nos meses de fevereiro, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro, condição que impacta no

conforto térmico. A Figura 4C indica que a umidade relativa máxima esteve sempre acima de 50%, tanto na área urbana quanto na área rural com valores muito próximos nesses dois ambientes. Entretanto, observa-se que o ambiente urbano apresentou, em geral, as piores condições, registrando os menores

índices de umidade. Essa constatação é relevante do ponto de vista social pelo fato da cidade se constituir num espaço de concentração e circulação da maioria das pessoas durante todo o ano que dependem de serviços dos mais variados possíveis, como comércio, saúde e banco, por exemplo.

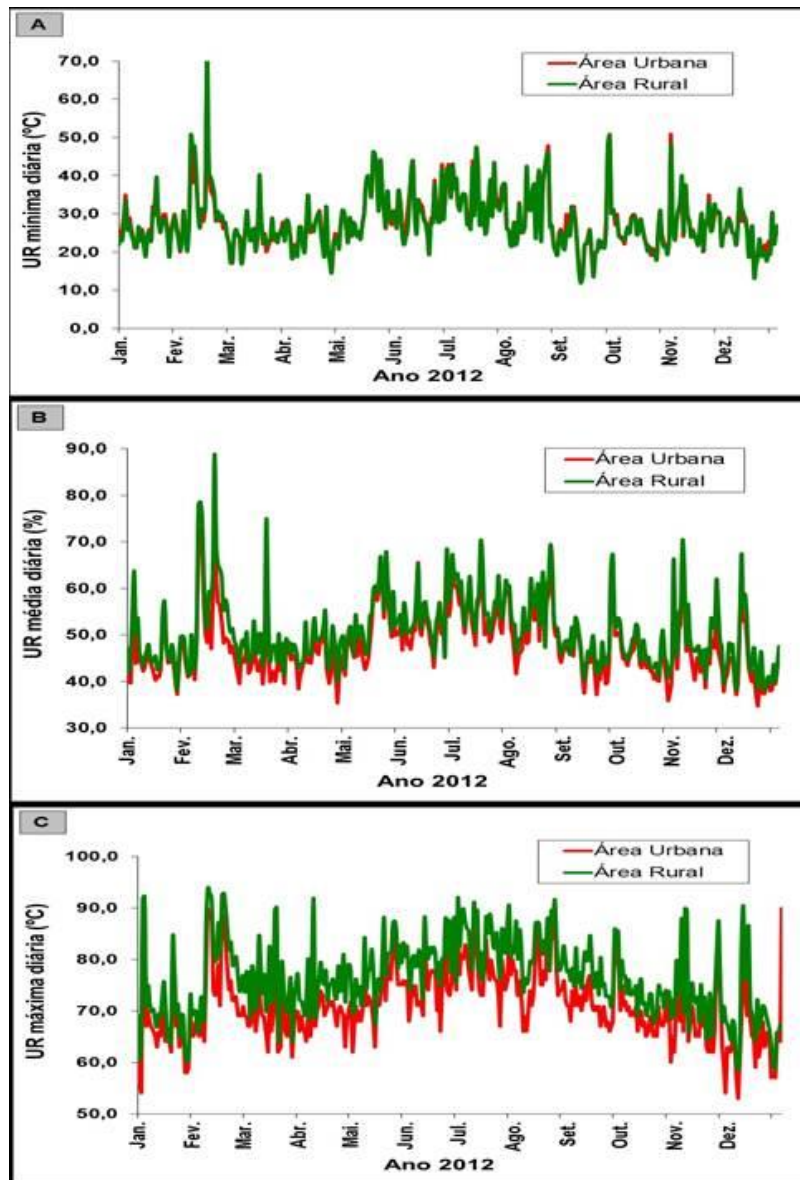


Figura 4. Umidade relativa do ar mínima (A), média (B) e máxima (C) registrada nas áreas urbana e rural de Petrolina-PE no ano de 2012.

Ao analisar mais detalhadamente as curvas de temperatura e umidade relativa do

ar em Petrolina, constata-se que as temperaturas máximas do ar ocorreram em

horários muito próximos aos de ocorrência da umidade relativa mínima e vice-versa, indicando que há uma relação inversa entre

essas variáveis, conforme está ilustrado nas Figuras 5A, 5B, 5C e 5D.

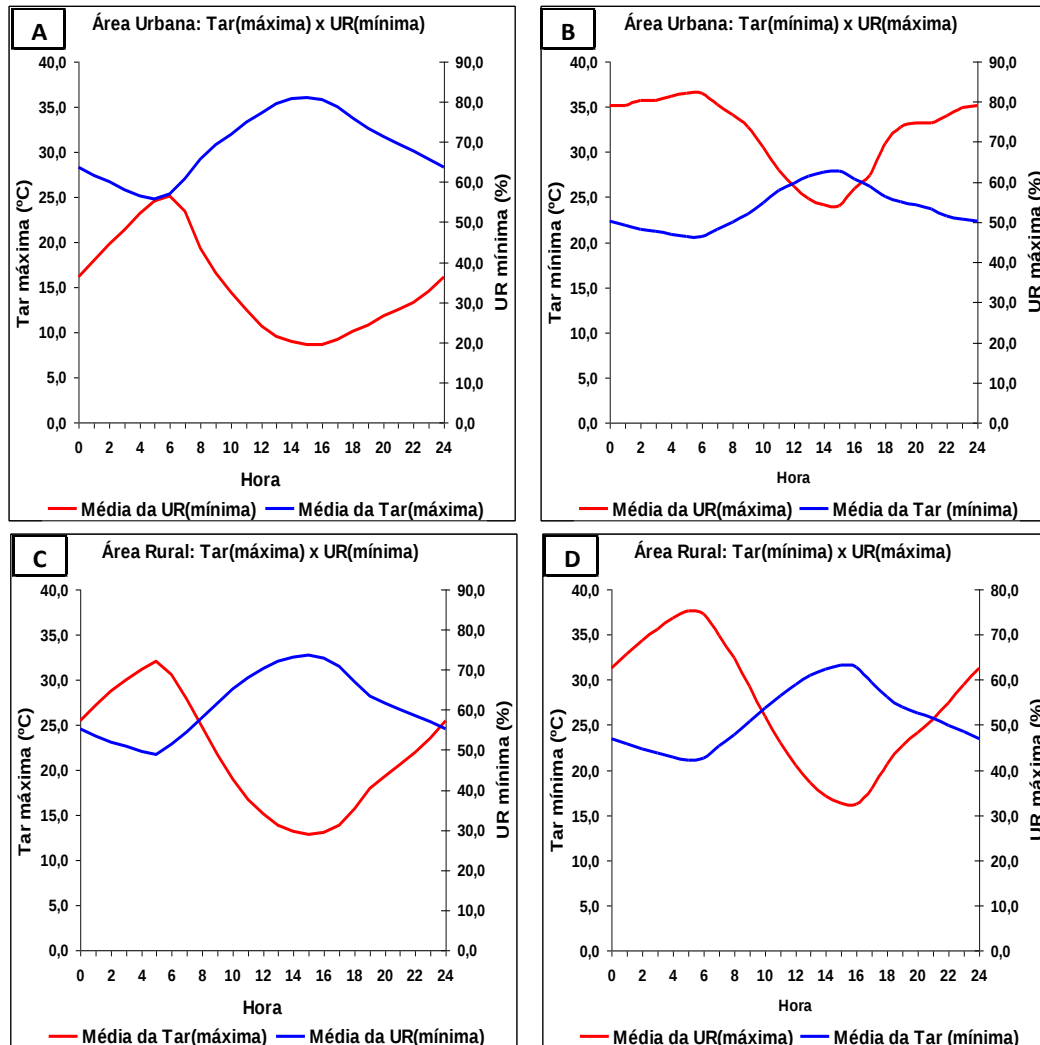


Figura 5. Valores médios horários da temperatura e umidade relativa do ar no ano de 2012: (A) e (B) na área urbana; (B) e (C) na área rural de Petrolina-PE.

Em relação aos IDTx e IDTm para as áreas urbana e rural de Petrolina os resultados são apresentados respectivamente nas Figuras 6 e 7. O IDTx para a área urbana (Figura 6) apresenta conforto térmico parcial no período final de abril a início de outubro. Entretanto, os períodos de janeiro a março e de novembro a dezembro foram caracterizados pelo

desconforto térmico. Verifica-se ainda que o IDTm da área urbana, na maioria dos dias, apresentou condição de conforto térmico parcial; mesmo considerado o cálculo do índice de desconforto térmico com valores mínimos da temperatura do ar, o período de conforto térmico ficou limitado ao final de junho e início de outubro.

Os resultados obtidos para o IDT_m na área urbana indicam que 23,0% dos dias foram confortáveis e 77,0% dos dias tiveram conforto parcial, ou seja, nenhum dia apresentou desconforto térmico. Em contrapartida, os resultados obtidos do IDT_x

(característico do turno da tarde), mostram que 71,6% dos dias tiveram conforto parcial e 28,4% dos dias foram termicamente desconfortáveis, ou seja, em nenhum dia houve conforto térmico.

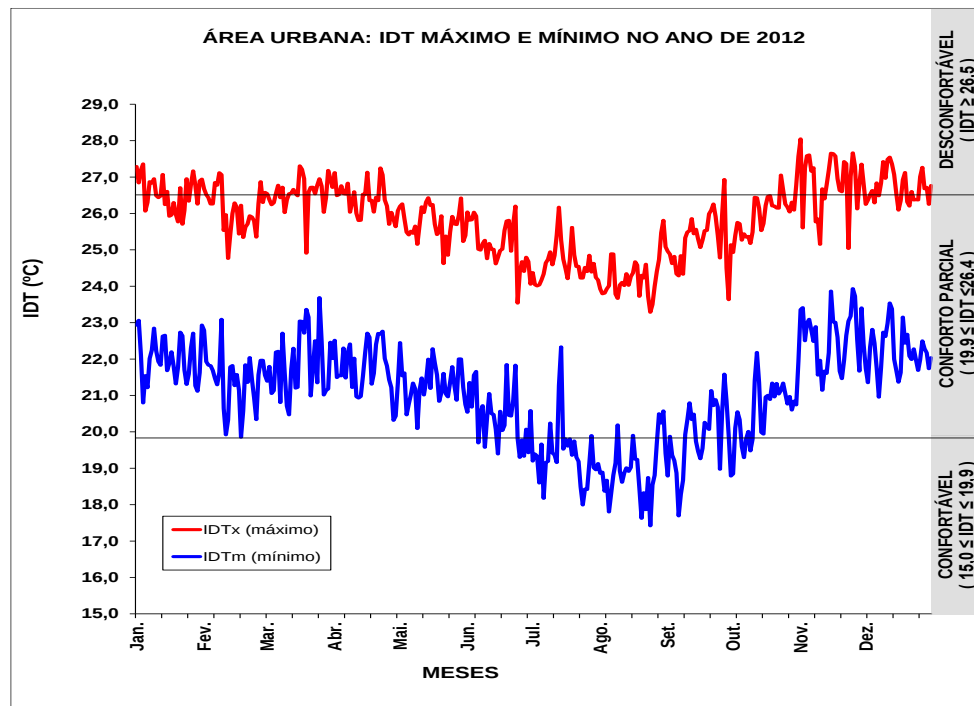


Figura 6. Índice de desconforto térmico máximo (IDT_x) e mínimo (IDT_m) na área urbana de Petrolina-PE no ano de 2012.

Analisando os índices de desconforto térmico máximo e mínimo para a área rural de Petrolina (Figura 7) constata-se a ocorrência de conforto térmico parcial em relação à temperatura máxima (IDTx) na grande maioria dos dias de janeiro a outubro. Contudo, a partir de meados de outubro até dezembro a situação mais típica foi a de desconforto térmico. Observa-se ainda por intermédio da Figura 7 que de acordo com o índice de conforto térmico com base na

temperatura mínima (IDT_m) houve conforto parcial na maioria dos dias estudados, enquanto a situação de conforto térmico ficou limitada ao período de junho a outubro.

Em resumo, os resultados do IDT_m obtidos para a área rural indicam que, no período da manhã, 41,5% dos dias foram confortáveis e que 58,5% dos dias tiveram conforto parcial e, portanto, em nenhum dia pela manhã houve desconforto térmico. Em contrapartida, para o turno da tarde, o IDTx indicou que em 87,7% dos dias pesquisados

ocorreu conforto parcial e 12,3% dos dias foram termicamente desconfortáveis, não tendo ocorrido condição de conforto térmico em nenhum dia durante o turno da tarde.

Os resultados corroboram a efetividade da metodologia aplicada e evidenciam que as características da ocupação do espaço urbano da cidade de Petrolina favorecem a formação de ilhas de calor, a ocorrência de desconforto térmico e reforçam a necessidade de se levar em conta no planejamento da ocupação das

cidades a influência dos aspectos climáticos e ambientais, com vistas a garantir melhores condições de vida à população. Da mesma forma, Kithiia & Dowling (2010), em estudo realizado na cidade queniana de Mombaça, constataram que vários setores urbanos daquela cidade não consideram os aspectos climáticos em seu planejamento, ignorando as sinergias existentes entre adaptação às alterações climáticas e o desenvolvimento urbano.

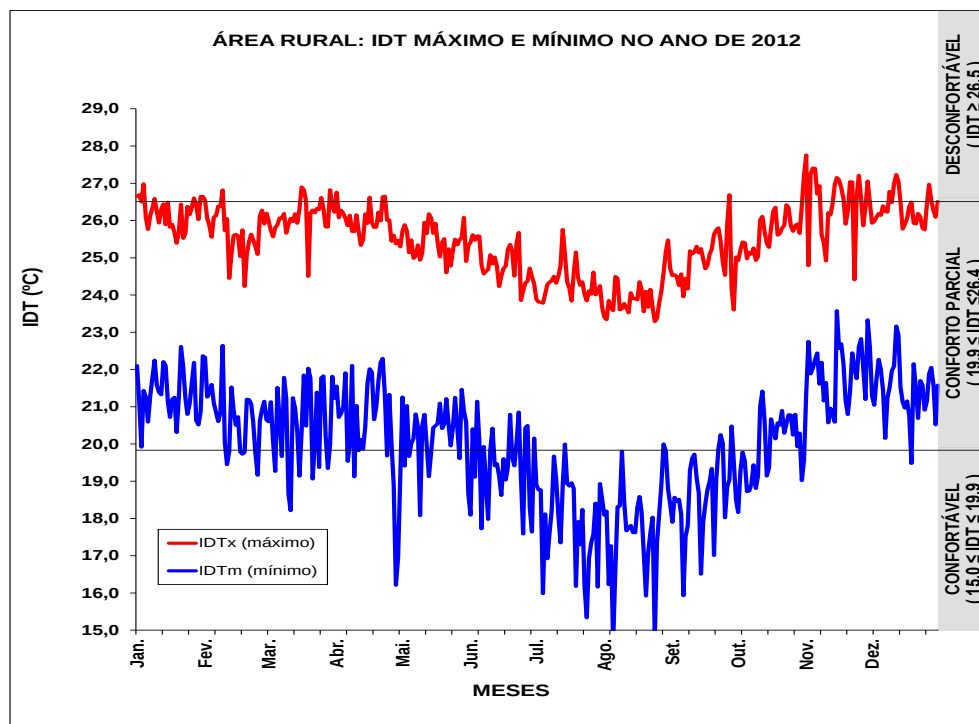


Figura 7.

Índice de desconforto térmico máximo (IDT_x) e mínimo (IDT_m) na área rural de Petrolina-PE no ano de 2012.

Os resultados obtidos tanto para o IDTx como para o IDTm refletem as diferentes condições térmicas entre os ambientes urbano e rural, indicando a importância de se incluir nas atividades de planejamento de ocupação dos espaços da cidade o estudo das variáveis climáticas

urbanas. Segundo Rannow et al. (2010) o ordenamento do território é considerado como um dos principais instrumentos disponíveis para adaptação às modificações climáticas. Estudo de caso realizado pelos autores na Alemanha identificaram regiões com impactos cumulativos das mudanças climáticas como áreas de pontos de calor

(ilhas) que necessitam de ações urgentes para o reordenamento territorial. No entanto, a constatação de fenômenos dessa natureza em metrópoles globais dificulta a viabilização de medidas concretas para a solução dos problemas detectados, uma vez que o processo de urbanização observado nessas cidades está praticamente consolidado.

Conclusões

A comparação entre o ambiente urbano de Petrolina e sua circunvizinhança rural caracterizou a formação de ilhas de calor e de ocorrência de desconforto térmico em relação às temperaturas mínimas, médias e máximas, o que provavelmente encontra-se associado ao fato do processo de planejamento da ocupação do seu espaço urbano nunca ter considerado os aspectos climáticos.

A formação de ilhas de calor e o desconforto térmico caracterizados na área urbana de Petrolina, sobretudo durante o período vespertino, têm como causas prováveis a área impermeabilizada da sua superfície, a verticalização das edificações e a redução das áreas verdes. Contudo, por se tratar de uma cidade em processo de urbanização ainda não consolidado, medidas preventivas concretas para se evitar a formação de ilhas de calor, promover conforto térmico e melhorar a qualidade de vida da população ainda são possíveis de ser implementadas, principalmente quando do licenciamento ambiental dos loteamentos urbanos e das áreas de interesse público

voltadas para a implementação de programas habitacionais, observando-se maior rigor na escolha do tipo de revestimento a ser empregado na pavimentação das vias.

Agradecimentos

À Equipe do Laboratório de Meteorologia da Universidade Federal do Vale do São Francisco – LABMET/UNIVASF e ao Instituto de Nacional de Meteorologia – INMET, pelo apoio na coleta e processamento dos dados sem ônus para a pesquisa.

Referências

- Brasil. (2005). Ministério da Integração Nacional. Relatório final do grupo de trabalho interministerial para a redelimitação do semiárido nordestino e do polígono das secas. Brasília, DF: MIN:MMA, 118 p. il.
- Costa, D.F.; Peres, L.F.; Silva, H.R. (2009). Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira-SP através da utilização de geotecnologias. XIV Simpósio de Sensoriamento Remoto, Natal/RN... Anais INPE, p. 647-653.
- Dias, M.A.F.S. & Dias, P.L.S. (2007). As incertezas regionais nos cenários de mudanças climáticas globais. Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia – SBMET, p. 12-15.

- Gartland, L. (2010). Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 223 p.
- Gómez, F.; Tamarit, N.; Jabaloyes, J. (2001). Green zones, bioclimatics studies and human comfort in the future development of urban planning. *Landscape and Urban Planning* N° 55, p. 151–161.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo demográfico do Brasil. Rio de Janeiro-RJ.
- INSA - Instituto Nacional do Semiárido. (2011). Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Editores: Ricardo da Cunha Correia Lima, Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante, Aldrin Martin Perez-Marin. Campina Grande: INSA-PB, 209p.
- Kithiia, J. & Dowling, R. (2010). An integrated city-level planning process to address the impacts of climate change in Kenya: The case of Mombasa. *Cities* N° 27, p. 466–475. Ed.: Elsevier.
- Monteiro, C.A.F. (1976). Teoria e clima urbano. São Paulo: IGEOG/USP, Série Teses e Monografias, 25, 181p.
- Monteiro, L.M. & Alucci, M.P. (2005). Índices de conforto térmico em espaços abertos. Parte 1. VIII Encontro Nacional e VI Encontro Latinoamericano de conforto no ambiente construído. São Paulo. Anais...Maceió, ANTAC., 12p.
- Monteiro, C.A.F. & Mendonça, F. (Org.). (2006). Clima urbano. São Paulo: Contexto.
- Moreira, E.B.M & Nóbrega, R.S. (2011). Identificação do fenômeno ilhas de calor na área urbana do Recife-PE, através do canal infravermelho termal do satélite Landsat 5. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Curitiba, PR, INPE p. 0768, Abril-Maio.
- Moura, M.O.; Zanella, M.E.; Sales, M.C.L. (2010). Conforto Térmico em Fortaleza-CE. *Revista da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia - ANPEGE*, v.6.
- Nery, J.; Andrade, T.; Moura, T. (2006). Conforto Térmico em Salvador: o índice PET e sua abordagem projetual. *Revista de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia-UFBA*, vol. 7, nº 1, Salvador, p. 70-77, 2006.
- Oke, T.R.; Johnson, G.T.; Steyn, D.G.; Watson, I.D. (1991). Simulation of surface urban heat islands under “Ideal” Conditions at night Part 2: Diagnosis of causation. *Boundary-Layer Meteorological*, v.56, p. 339-358.

Rannow, S.; Loibl, W.; Greiving, S.; Gruehn, D.; Meyer, B.C. (2010). Potential impacts of climate change in Germany — Identifying regional priorities for adaptation activities in spatial planning. *Landscape and Urban Planning* Nº 98, p. 160–171. Ed.: Elsevier.

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* v. 04, nº 2, p. 336 -353.

Santos, J. S.; Silva, V. P. R.; Silva, E. R.; Araújo, L. E.; Costa, A. D. L. (2012). Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical úmida. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 05, nº 3, p. 540-557.

Silva, V.P.R.; Azevedo, P.V.; Brito, R.S.; Campos; J.H.B.C. (2009). Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. *Environ Monit Assess.* DOI 10.1007/s10661-008-0726-3.

Teixeira, A. H. de C. (2010). Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE / Juazeiro, BA - 1963 a 2009. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Petrolina/PE.

Teza, C.T.V. & Baptista, G.M.M. (2005). Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER on demand 08 – Kinetic Temperature (III): metrópoles brasileiras. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, INPE, p. 3911-3918.