



ISSN: 2525-815X

# Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/)

10.24221/jeap.4.1.2019.2058.001-013



## Abordagem científica sobre ilhas de calor em Recife-PE

### Scientific approach on heat islands in Recife-PE

Tamires Gabryele de Lima Mendes<sup>a</sup>, Rafael Silva dos Anjos<sup>a</sup>, Tânelly Neriah Santos<sup>a</sup>, Ayobami Badiru Moreira<sup>a</sup>, Ranyere Silva Nóbrega<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Av. Prof. Moraes Rego, n. 1235, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil. CEP: 50670-901. E-mail: [tamires25lima@hotmail.com](mailto:tamires25lima@hotmail.com), [anjos.rsa@gmail.com](mailto:anjos.rsa@gmail.com), [tanelly\\_neriah@hotmail.com](mailto:tanelly_neriah@hotmail.com), [ayo.badiru@hotmail.com](mailto:ayo.badiru@hotmail.com), [ranyere.nobrega@ufpe.br](mailto:ranyere.nobrega@ufpe.br).

#### ARTICLE INFO

Recebido 20 Jul 2018

Aceito 09 Nov 2018

Publicado 21 Nov 2018

#### ABSTRACT

The islands of heat are an environmental question that makes it possible to identify the thermal changes in the urban area. The objective of the study was to evaluate the influence of weather on the distribution and intensity of heat islands in Recife-PE, through a detailed collection of temperature data held from 06/10/2015 to 06/03/2016. Data collection was conducted at nine data collection stations with the installation of thermohygrometers in different districts of the city. It used intensity equation of heat islands or softening, based on a thermohygroscopic reference station and different other stations. The densely urbanized areas had values high temperatures relative to the reference station, both on dry days as on rainy days. The reduction of heat island is influenced by the increase in cloudiness and the decline of solar radiation shortwaves incident on the surface. The average behavior of air temperature in the neighborhoods of Recife was very dynamic with as atmospheric variables and urban elements that are united for the different microclimates of the city. On average, as the main heat islands detected respectively, were: Imbiribeira, Campo Grande, and Boa Vista. During the diurnal period, as main heat islands were found: Imbiribeira, Campo Grande, and Barro. During the night period, as main islands of heat found were: Imbiribeira, Boa Vista, and Campo Grande. The islands freshness points at night: UFRPE, Le Parc, Barro, and Tamarineira.

**Keywords:** Urban microclimate, urban climate, temperature.

#### RESUMO

As ilhas de calor é uma questão ambiental que possibilita identificar as alterações térmicas no meio urbano. O objetivo do estudo foi identificar as intensidades e variações das ilhas de calor na cidade do Recife-PE, através de coleta detalhada de dados de temperatura, realizada entre os dias 06/10/2015 a 06/03/2016. A coleta foi realizada em nove estações de coleta de dados com a instalação de termohigrômetros em diferentes bairros da cidade. Foi utilizada a equação de intensidade das ilhas de calor, como base de referência uma estação termohigrométrica do INMET. As áreas densamente urbanizadas apresentaram valores de temperaturas elevados em relação a estação de referência, tanto em dias secos quanto em dias chuvosos. O comportamento médio da temperatura do ar nos bairros do Recife se mostrou bastante dinâmico com as variáveis atmosféricas e elementos urbanísticos que se unem para os diferentes microclimas da cidade. Em média, as principais ilhas de calor detectadas respectivamente, foram: Imbiribeira, Campo Grande e Boa Vista. Durante o período diurno, as principais ilhas de calor encontradas foram: Imbiribeira, Campo Grande e Barro. Durante o período noturno, as principais ilhas de calor encontradas foram: Imbiribeira, Boa Vista e Campo grande. Os pontos de ilhas de frescor à noite foram: UFRPE, Le Parc, Barro e Tamarineira.

**Palavras-Chave:** Microclima urbano, clima urbano, temperatura.

## Introdução

O desenvolvimento da urbanização aconteceu a partir dos países desenvolvidos, de forma vagarosa, progressiva e com planejamento, ao contrário do que ocorreu nos países subdesenvolvidos de forma rápida e sem planejamento (Santos, 1991). A urbanização nos países desenvolvidos permitiu ao espaço urbano uma estrutura melhor como no continente europeu. Logo em seguida da primeira e segunda revolução industrial, mas isso não quer dizer que não houve dificuldades urbanas como violência e trânsito desordenado. Nos países subdesenvolvidos, como no continente da América do Sul, a urbanização ocorreu de forma acelerada.

Historicamente, o processo de urbanização deu-se na Europa no século XVIII, a partir da Revolução Industrial, iniciando o crescimento e a formação das cidades. No contexto histórico, o rápido crescimento urbano no Brasil ocorreu, sobretudo, pelo êxodo rural, em busca da qualidade de vida na metrópole, nessa proporção surgiram cidades desordenadas (Santos, 1981).

Mendonça (1994) enfatiza que esse processo de aceleração urbana modificou os aspectos da urbanização, causando uma intensa expansão urbana, o que alterou o ambiente das cidades tornando-se um novo ambiente com modificações visíveis que alteram na qualidade do espaço. Sendo assim os resultados dessas transformações afetam o espaço natural o que causa um desconforto térmico e a formação de vários microclimas urbanos.

O clima se tornou um tema bastante discutido ao longo dos anos, não só pelas consequências físicas causadas, mas também pela qualidade de vida do cidadão que depende de um ambiente equilibrado. O urbano sofre com alterações, seja no clima local como nas relações com a sociedade. O desenvolvimento da urbanização é bastante expressivo em termos de alterações do clima em escala local, no qual as cidades acabam gerando um clima próprio. O clima urbano é compreendido como um sistema que abrange um caso natural (clima local) e um caso social (a cidade) (Monteiro & Mendonça, 2003).

O clima urbano, segundo metodologia adotada por Monteiro (1976), pode ser entendido como um sistema singular, aberto, evolutivo, dinâmico, adaptativo e passível de autorregulação, denominado como Sistema Clima Urbano (SCU). Esse sistema pode se classificar em três subsistemas: o termodinâmico, que investiga a formação de ilhas de calor, ilhas de frescor e

demais formas de desconforto térmico; o físico-químico que estuda a poluição do ar; e o hidrometeorológico, que analisa as alterações pluviométricas tais como as inundações.

Os estudos de climatologia urbana tornam-se fundamentais na concepção dos problemas ambientais resultantes da urbanização. Através desses estudos, pode-se ter resultados que conseguem auxiliar tanto no planejamento ambiental e urbano, como também na ocupação do solo e na preservação ou reconstituição de áreas verdes e demais recursos naturais.

As cidades podem ser percebidas como organizações precisamente humanas, nas quais os homens atuam, transformando a natureza em função de suas necessidades, no qual o meio urbano sofre com práticas modificadoras da paisagem causadas pelo homem (Santos, 1993). Uma das consequências das ações antrópicas e alterações das características físicas e paisagísticas da cidade são o surgimento das Ilhas de Calor Urbanas (ICU).

Segundo Monteiro & Mendonça (2003), a ICU é uma anomalia térmica onde a temperatura da superfície do ar urbano se caracteriza por ser superior àquela da vizinhança rural. Para Gartland (2010), a definição de ilhas de calor seria um “oásis inverso”, ou seja, um aumento de temperatura de uma determinada área urbana em relação aos seus arredores.

Esse aumento de temperatura é causado principalmente pelo ar armazenado e reemitido pelos complexos de urbanização que concentram materiais de grande potencial energético. Com o aumento de atividades humanas, o crescimento de indústrias e a vasta utilização de veículos vêm ocasionando alterações na atmosfera por meio de um contínuo aumento de poluentes do ar, como o dióxido de carbono. Essas mudanças na superfície terrestre podem ser analisadas através das identificações de ilhas de calor na área urbana que ocorrem através do efeito da substituição de superfícies naturais por edificações como ruas e avenidas, que tem aumentado significativamente a impermeabilização dos solos e a irradiação de calor para a atmosfera.

Intensas alterações aconteceram no Brasil, inclusive no estado de Pernambuco, na década de 40, em termos de evolução de uma sociedade predominantemente agrícola, até então, para uma sociedade urbano-industrial consolidada no final da década de 60 (Brandão, 2003). Ressaltando que, nessa época, se tinha pouco conhecimento sobre questões ambientais e uma imensa desigualdade social. Segundo Gomes (2007), a urbanização do Recife se direcionava em vários sentidos no ano de 1951, evidenciando a atual

mancha urbana centro-sul bastante configurada. Considerando o crescimento econômico que a Região Metropolitana do Recife (RMR) vem mostrando, é possível observar outras direções, como no eixo oeste.

A cidade do Recife possui a formação de diferentes padrões microclimáticos. Com a expansão urbana houveram algumas consequências para o meio ambiente, tal como adensamento urbano, junto com as transformações do ambiente natural, fato que pode ser analisado pela diminuição de áreas verdes, por uma área urbana edificada, com intenso processo de verticalização das construções civis e impermeabilização do solo, esses fatores contribuem para o aumento de temperaturas na cidade (Moreira & Galvêncio, 2009). Considerando esses fatores é provável que os microclimas em Recife tenham comportamentos diferentes, e entender esses comportamentos é de

suma importância para a gestão municipal e melhoramento da qualidade de vida.

Desta forma, o objetivo do estudo foi identificar as intensidades e variações das ilhas de calor na cidade do Recife-PE, através de coleta detalhada de dados de temperatura, realizada entre os dias 06/10/2015 a 06/03/2016.

### Material e Métodos

O estudo foi realizado na cidade do Recife, localizada no litoral do nordeste brasileiro (Figura 1), mais precisamente no centro leste da região. A cidade está situada na latitude  $8^{\circ}03'14''S$  e na longitude  $34^{\circ}52'51''O$ , com uma considerável parte de mancha urbana situada sobre uma planície flúvio-marinha. Sua altitude média é de apenas 4 metros acima do nível do mar, compreendendo uma área de 218 km<sup>2</sup> (Corrêa, 2006).



Figura 1. Área de estudo e distribuição das estações de coletas de dados (ECD). Fonte: Tamires Mendes (2017).

Considerando o clima, a Região Metropolitana do Recife (RMR) está situada na faixa intertropical, com área urbana localizada, aproximadamente, a  $8^{\circ}$  ao sul do equador. Por estar situada em zona de baixas latitudes, apresenta temperaturas médias mensais acima de  $25^{\circ}C$  (Figura 2), amplitude térmica anual superior a  $5^{\circ}C$  e umidade relativa do ar com valores médios anuais de 84% (INMET, 2006). O clima é

tropical quente e úmido, diferenciado por períodos distintos, uma estação seca/estiagem de setembro a fevereiro primavera-verão (atlas ambiental da Cidade do Recife, 2000), com características de elevadas temperaturas que ativa o impulso de calor, em áreas centralizadas e litorâneas, atingindo temperaturas de  $10^{\circ}C$  maiores que áreas periféricas intensificando problemas de conforto térmico (Barros et al., 2010).

A outra estação chuvosa que vai de março a agosto outono-inverno, apresentam intensos eventos de precipitação. A nebulosidade, típica dos trópicos úmidos, contribui para a radiação difusa, ou seja, aquela refletida pelas nuvens. O índice pluviométrico anual médio encontra-se

acima de 1.600 mm. O clima regional da cidade é o tropical atlântico de costa oriental (As', segundo a classificação climática de Köppen), com chuvas de outono-inverno, sem inverno térmico em que as temperaturas médias mensais são superiores a 18°C.

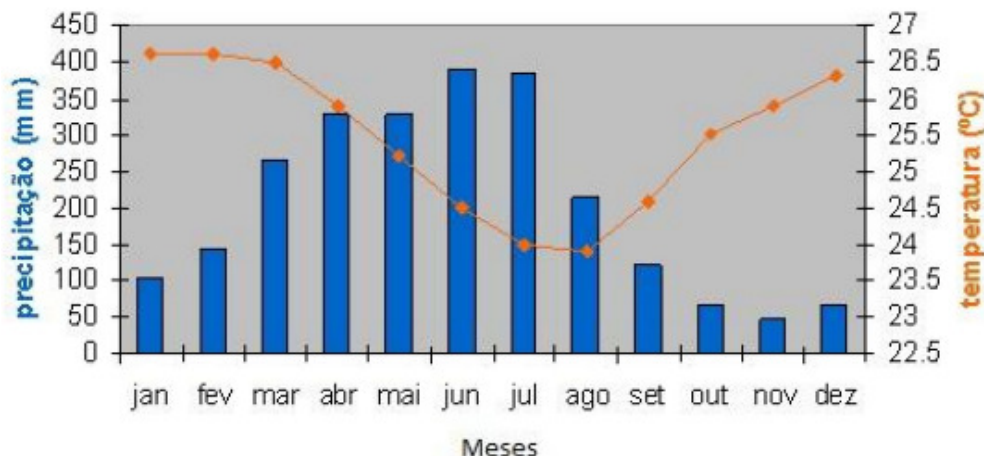


Figura 2. Climograma da Região Metropolitana do Recife. Fonte: CPTEC-INPE (2012).

#### Coleta de dados e caracterização das áreas

Foram utilizados dados de temperatura do ar oriundos de 8 termohigrômetros da marca HOBO U20, com datalogger e abrigo para proteger da incidência direta de radiação solar e chuva, instalados no período do mês de outubro de 2015 a março de 2016, os demais dados são do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado Curado próximo a Várzea. Os dados dos termohigrômetros possuem intervalos de 30 minutos para um detalhamento diário preciso.

A altitude da estação em relação ao solo foi definida em 1,5 m considerada ideal por não sofrer forte influência do solo fazendo com que a captação dos dados seja fiel ao ambiente circundante. As estações foram distribuídas de acordo com as características particulares de cada local (Tabela 1) e pela disponibilidade de pontos, necessitando de segurança para o aparelho e de locais onde não houvesse barreiras artificiais, ou naturais, que dificultassem a coleta dos dados.

A maneira como a cidade se organiza sobre o sítio (quadro topográfico no qual se fixou desde sua origem) pode afetar na zona climática de áreas centrais ou em seu entorno (George, 1983). A topografia pode causar condições micro ou macroclimas que contribuem para o aumento da temperatura, que podem determinar o clima local.

As variáveis climáticas (temperatura, Umidade, pressão atmosférica, radiação solar, precipitação e vento) podem ser influenciadas por diferentes fatores geofísicos e ambientais. Estas variáveis influenciam de maneira individual ou conjunta em um determinado microclima ou

macroclima.

Os parâmetros que são viáveis analisar de um dado local como:





- Radiação solar: Com a ocorrência de variáveis originadas pelo avanço urbano que intervêm no balanço de energia (reflete ou absorve calor);
- Umidade: Conforto térmico;
- Vento: Maximizador ou minimizador dos efeitos térmicos;
- Vegetação: Controle de incidência solar, temperatura, umidade e vento;
- Relevo: Interfere na temperatura e umidade do ar;
- Ação antrópica: retirando ambientes naturais como áreas verdes e aumentando o complexo urbano.

Esses parâmetros são essenciais para compreender a dinâmica urbana e principalmente o fenômeno ilhas de calor. Nessa pesquisa, as variáveis analisadas foram: temperatura, ação antrópica e vegetação, de acordo com cada área investigada (Tabela 1).

A estação da UFPE serviu como referência, por suas características relacionadas às áreas frescas encontradas em diversos estudos, (Moreira et al., 2011) local bastante vegetado e com pouca densidade urbana. A estação do INMET em área florestal serviu como comparação com os dados das demais estações, visto a diferença no tipo de aparelhagem utilizada para a obtenção dos dados.

Nesta pesquisa foi avaliada uma série de dados, com uma extensão temporal de 152 dias (06/10/2015 a 06/03/2016).

Tabela 1. Caracterização das estações de Coleta de Dados (ECD). Fonte: Tamires Mendes (2017).

Bairros	Descrição das áreas	Localização - termohigrômetro
<p>Cidade Universitária - UFPE (Referência)</p> <p>Coordenadas 8°03'17'' 34°57'18''</p>	<p>- Construções espaçadas; - Presença de vegetação; - Ambiente escolar; - Circulação razoável de veículos</p>	
<p>Dois Irmãos- UFRPE</p> <p>Coordenadas 8°00'59'' 34°56'45''</p>	<p>- Área próxima à fragmento de Mata Atlântica; - Ambiente escolar; - Alta circulação de veículos; - Próximo à BR 101; - Construção de casas espaçadas</p>	
<p>Imbiribeira</p> <p>Coordenadas 8°07'05'' 34°54'09''</p>	<p>- Construções adensadas; - Pequenos prédios; - Pouquíssima vegetação; - Área próxima ao Aeroporto; - Altíssima circulação de veículos</p>	
<p>Barro</p> <p>Coordenadas 8°05'41'' 34°56'40''</p>	<p>- Área de construções adensadas; - Vegetação moderada; - Ambiente de moradia (subúrbio); - Baixa circulação de veículos</p>	

<p><b>Boa Vista</b></p> <p>Coordenadas 8°03'22'' 34°53'38''</p>	<p>- Construções espaçadas; - Áreas de construções densas; - Alta quantidade de prédios; - Pouquíssima vegetação</p> <p>Um dos centros econômicos da cidade, com altíssima circulação de veículos e pedestres.</p>	
<p><b>Campo Grande</b></p> <p>Coordenadas 8°02'15'' 34°52'44''</p>	<p>- Área de construções adensadas com a presença de prédios e casas (ambiente de moradia e comércio); - Ausência de vegetação; - Alta circulação de veículos; - Próximo ao Rio Beberibe</p>	
<p><b>Le Parc</b></p> <p>Coordenadas 8°06'39'' 34°54'14''</p>	<p>- Área de construções adensadas de altos prédios em um empreendimento imobiliário; - Área ao lado do parque dos manguezais; - Alta circulação de veículos</p>	
<p><b>Tamarineira</b></p> <p>Coordenadas 8°01'51'' 34°54'44''</p>	<p>- Divisa entre área de prédios adensados e subúrbio; - Próximo do parque da jaqueira</p>	
<p><b>INMET</b> (Comparação)</p> <p>Coordenadas 8°03'33'' 34°57'33''</p>	<p>- Fragmento de floresta atlântica; - Próximo à área de subúrbio da Várzea</p>	<p>Estação Meteorológica Automática –EMA Localizada no Curado</p>

### Metodologia

Após a instalação dos aparelhos, os termohigrômetros foram acompanhados com diferentes equipamentos (*notebook*, *software* de comunicação e leitor HOBO), dados checados (descarregados) antes do prazo estimado para preenchimento da memória.

O tratamento dos dados foi realizado através de análises de possíveis erros e geração de médias. A partir dos dados, com intervalos de 30 minutos, foram geradas médias horárias, diárias e mensais para os 152. A coleta foi feita, *in loco*, com *notebook*, *software* de comunicação específica e leitor *HOBO*, todos adquiridos e financiados pelo CNPQ.

Para o cálculo da intensidade das ilhas de calor (IC) foi utilizado o método descrito em Vital et al. (2012), utilizando a Equação 1:

$$\Delta T = ICU = TEST - TREF \quad \text{Eq. (1)}$$

onde  $\Delta T$  é a intensidade da IC, TEST é a temperatura do ar em cada ponto monitorado e TREF é a temperatura na estação de referência. Foram obtidas médias diárias, e cálculo da IC, utilizando planilhas do Excel.

Para a interpolação e a plotagem dos dados, em mapa, foi utilizado o *software* ArcGIS 10.2. O estudo foi executado utilizando a infraestrutura computacional e instrumental do

Núcleo de Estudos do Meio Ambiente (NEMA) do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE.

### Resultados

Em média, a ECD da Imbiribeira apresentou as maiores médias de temperatura na série de dados do período do mês de outubro a março, respectivamente: Boa Vista (EMLURB), Campo grande, UFPE, Tamarineira, Le Parc e, por último, o Barro, com a menor média de temperatura (Figura 6). As características urbanas, da área onde ECD da Imbiribeira estava localizada, é uma área com densidade urbana alta, no qual os edifícios do bairro vizinho, Boa viagem, impedem a ventilação nas ruas próximas à orla. Em algumas áreas existe a ausência de vegetação, a impermeabilidade do solo e a altura dos prédios de Boa Viagem formam uma barreira, impedindo a circulação do vento; desse modo maximizando a temperatura em determinadas áreas.

A área onde a ECD da Imbiribeira estava localizada se caracterizou por apresentar uma densidade urbana alta, onde os edifícios do bairro vizinho, Boa viagem, impedem a ventilação nas ruas próximas à orla. A ausência de vegetação, a impermeabilidade do solo e a altura dos prédios, em Boa Viagem, formam uma barreira que impede a circulação do vento.

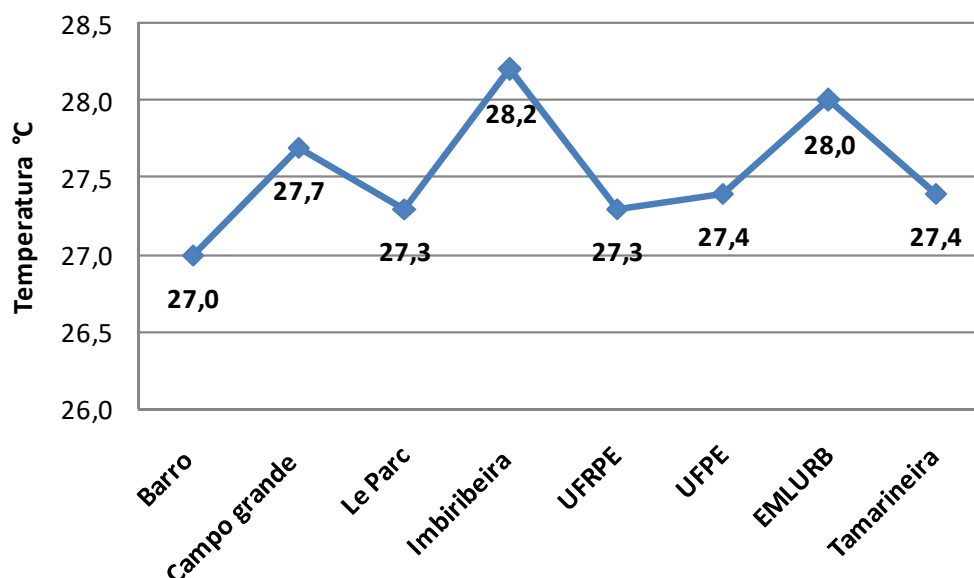


Figura 6. Média da temperatura para as datas: 06/10/2015 a 06/03/201, a partir de dados obtidos na Estação de coleta de dados (ECD). Fonte: Tamires Mendes (2017).

A ECD de Boa Vista se caracteriza por altas temperaturas médias, alta variação termal durante os dias, e foi inserida perto do término da Av. Conde da Boa Vista, em um cruzamento com

alta intensidade de tráfego, construções civis, prédios e grande circulação de pessoas influenciando na temperatura. Por mais que esteja perto de um corredor de vento, apresenta

alterações com os altos prédios que impedem esse vento de chegar tão longe para amenizar a temperatura local e outro fator é a ausência de vegetação. A ECD Campo Grande se mostra com variação alta e, apesar da densidade urbana no local ter uma média razoável de temperatura, em relação à estação de referência, proporciona altas temperaturas no período noturno e diurno.

As ECDs Imbiribeira, Boa Vista e Campo Grande (Figura 7). Se destacaram devido a intensidade das ilhas de calor calculadas para a média do período (outubro a março). As demais ECDs se mostraram abaixo da média da estação de referência UFPE, proporcionando baixas temperaturas.

Em uma análise mais densa os dados foram divididos em turnos: madrugada, manhã, tarde e noite. Com o cálculo do IC é possível observar que Imbiribeira, Boa Vista e Campo Grande possuem altas intensidades de ilha de calor. As ECDs Dois Irmãos/UFRPE, INMET e Barro (Figura 8) mostraram valores de temperatura mais baixas durante o período da madrugada, quando comparada àquela da estação de referência na UFPE.

A ECD da UFRPE/Dois irmãos estava inserida em uma área com bastante vegetação próxima a Unidade de Conservação (UC) de Dois Irmãos, a qual tem grande importância na região metropolitana do Recife por sua fauna, flora e também por causar um conforto térmico no seu entorno, mesmo cercado por tráfegos e densa

urbanização. Essa unidade está inserida na zona 4 do cinturão verde, citado no zoneamento climático urbano da cidade do Recife-PE, por apresentar um conjunto de áreas de vegetação, com grande relevância territorial (Barros & Lombardo, 2013).

Essas zonas de ecossistemas preservadas proporcionam menores temperaturas, caracterizando-se como ilhas de frescor. A ECD do Barro se mostrou no período da madrugada com baixa temperatura, porém, em outros turnos como a tarde às 12:00 hs e à noite às 21:00 hs, houve um aumento de temperatura considerável, no qual se deve a ocupação urbana desordenada, pouca vegetação, materiais de construção de baixa qualidade e aumento de áreas de concreto para a construção de muros de arrimo e pavimentação de ruas e escadarias.

Os dados da estação do INMET foram adicionados ao critério de comparação localizada em uma área com bastante vegetação, proporcionando uma ilha de frescor em todos os turnos, sendo comparadas às outras ECDs.

A partir dos dados obtidos, foi constatado que a Imbiribeira se mantém com a média de temperatura mais alta, em relação à UFRPE/Dois Irmãos, indicando as menores temperaturas, seguidas por Barro, UFPE e a estação INMET.

Algumas ECDs se destacaram pela grande variação das temperaturas ao longo da série, sendo elas: UFRPE/Dois Irmãos, UFPE, Imbiribeira, Barro e INMET. Com menor variação destacam-se Campo Grande, Le Parc, e Tamarineira.

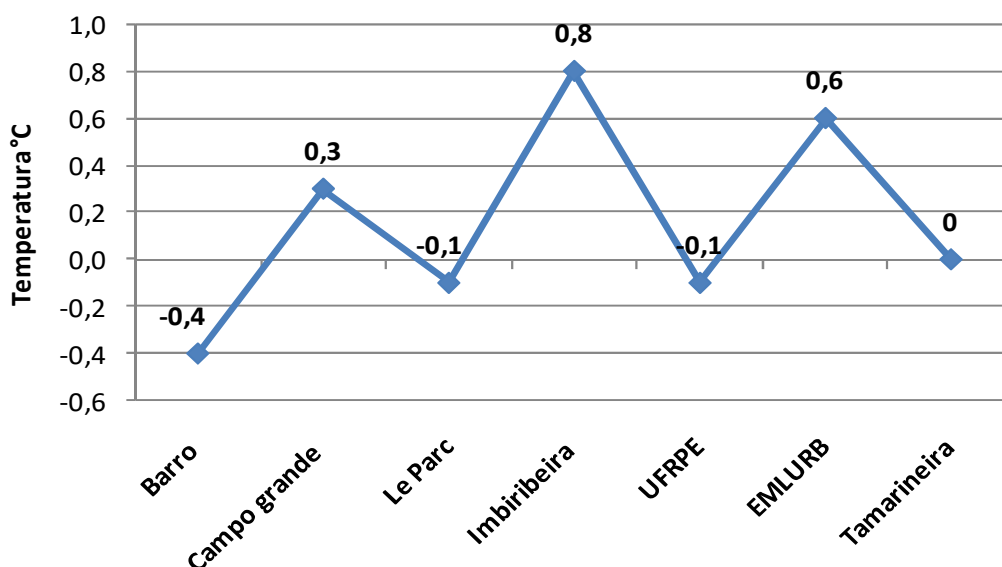


Figura 7. Valores médios de temperatura nas Ilhas de calor para o período de 06/10/2015 a 06/03/2016, obtidos nas Estações de Coleta de Dados (ECD). Fonte: Nome dos Autores (2017).



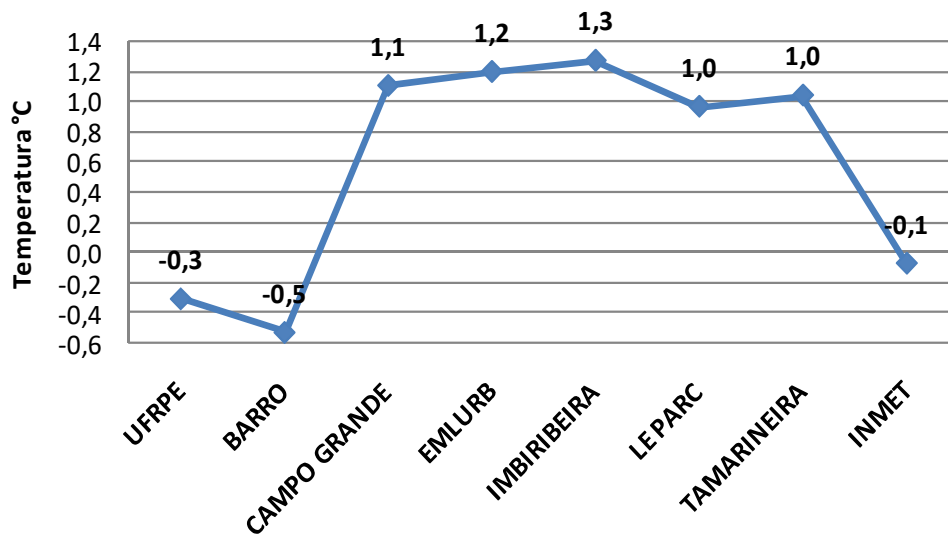


Figura 8. Valores médios de temperatura nas Ilhas de calor para o período da madrugada, entre 00h00min e 05h00min, dados obtidos da Estação de Coleta de Dados (ECD), em Recife-PE. Fonte: Tamires Mendes (2017).

Ao meio o dia, quando o sol atinge o zênite, a maioria das ECDs tem seus picos de temperatura, com destaque da Imbiribeira, UFRPE e Barro; as ECDs INMET e Tamarineira se destacaram como ilhas de frescor. Na Figura 9 podemos observar a distribuição das temperaturas ao meio dia.

A Figura 10 explica a configuração das temperaturas no horário das 21:00 horas, na qual

podemos observar que as ECDs de Campo Grande, Boa Vista, Imbiribeira e Tamarineira estão com uma temperatura elevada em relação à ECD de referência da UFPE.

A configuração urbana da cidade do Recife forma uma linha de prédios, os quais impedem a livre circulação das brisas.

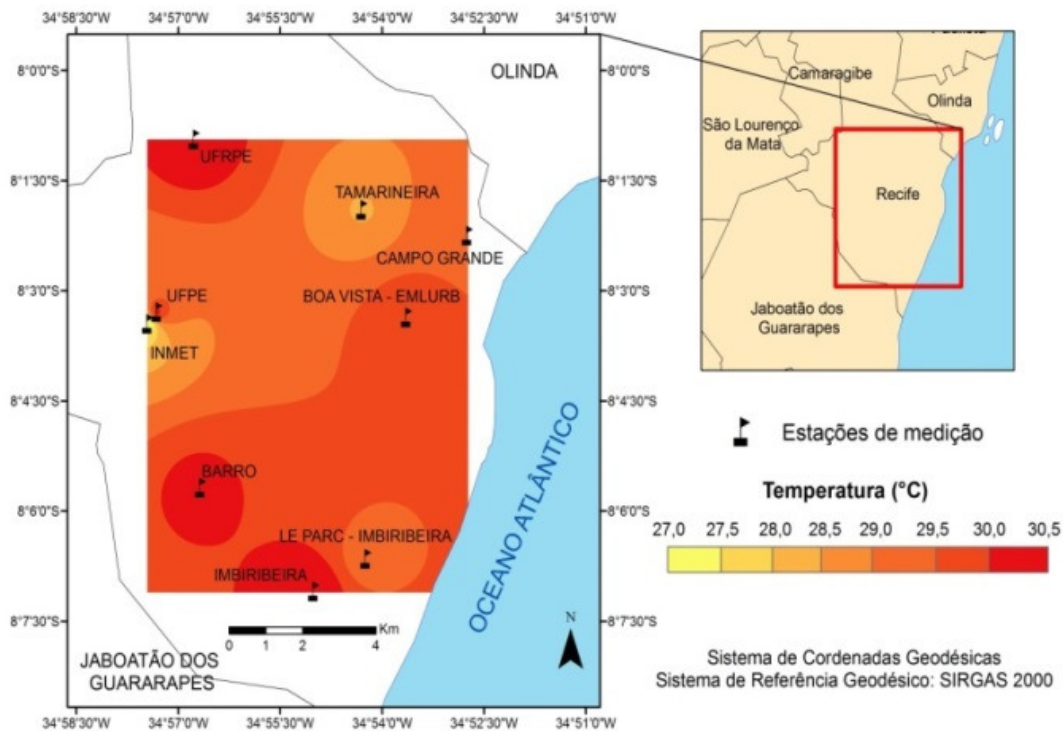


Figura 9. Temperatura média para as 12 horas do período de 06/10/2015 a 06/03/2016, em Recife-PE. Fonte: Autores (2017).

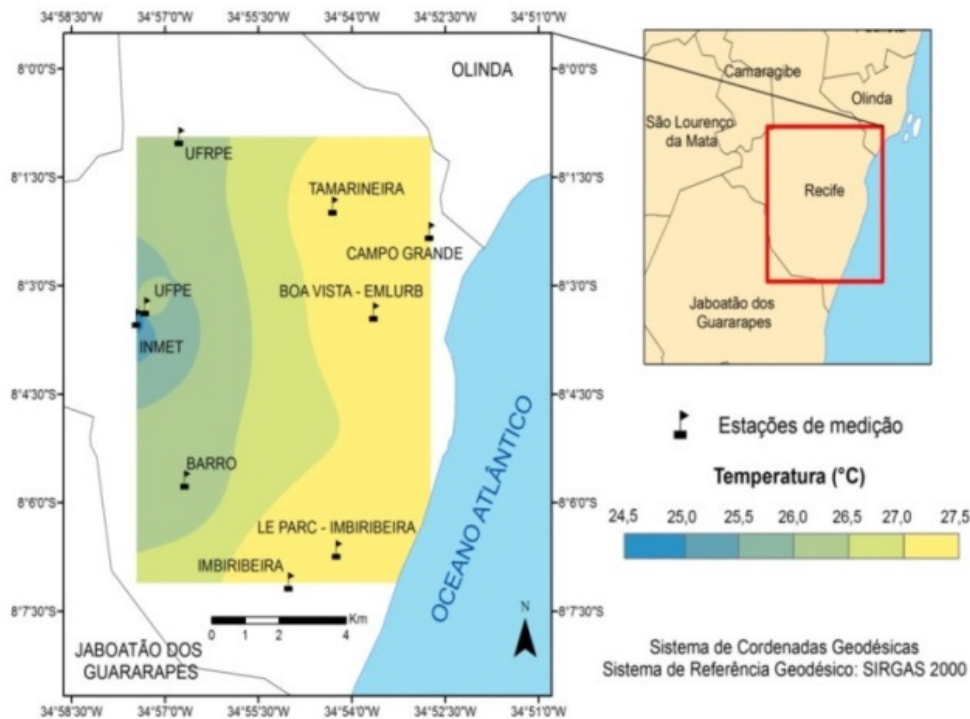


Figura 10. Temperatura média para as 21 horas do período de 06/10/2015 a 06/03/2016, em Recife-PE. Fonte: Tamires Mendes (2017).

### Discussão

O clima local “abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (Monteiro, 1976, p. 95). Nos bairros analisados pode ser observado como os fatores locais e elementos que dão feição a uma determinada localidade pode afetar a climática urbana decorrente da consequência da ação do homem.

Os microclimas dos bairros do Recife tem comportamentos diferentes de acordo com os resultados, a interferência dos atributos geoambientais (topografia, cobertura vegetal e corpos hídrico) e geourbanos (ordenamento dos edifícios, pavimentação das vias, adensamento dos bairros e a população), indicando uma dinâmica climática na cidade com variações matutinas, vespertina e noturna, que podem causar danos na qualidade de vida dos indivíduos.

Para compreender o ambiente climático interno das ECDs, é imprescindível o entendimento das complexas relações existentes entre seu sítio urbano e as diversas funções desenvolvidas no espaço urbano (pelo uso e ocupação do solo urbano), na análise climática local (clima urbano) e no planejamento urbano (Saydelles, 2005). Nas ECDs da Imbiribeira, Le Parc, Tamarineira e Boa Vista ocorrem influências de fatores geourbanos.

A Lei Municipal nº15.547/91 do Plano Diretor do Recife abrange, em seu contexto, o diagnóstico intitulado a dinâmica física-territorial,

no qual apresenta dados do processo de uso e ocupação do solo. Em 1996, as maiores áreas construídas concentravam-se em Boa Viagem (929.832 m<sup>2</sup>), seguido pela Boa Vista (832.808 m<sup>2</sup>) e Imbiribeira (576.697 m<sup>2</sup>). Ao longo desses anos, Boa viagem tornou-se saturada, prejudicando a qualidade de vida no bairro vizinho, a Imbiribeira, em relação às condições termiais.

A partir destes resultados é possível fazer uma projeção de aumento de temperatura nesse bairro, constatando uma intensificação de uma zona de ilha de calor. No bairro da Boa Vista, situado na zona central do Recife, aspectos geourbanos facilitam o aumento da temperatura no horário da tarde, a partir das 12h00min; ao longo desse período, a geometria das ruas e os materiais utilizados na sua construção, os quais absorvem maior calor, induzem uma elevação de temperatura nos períodos da noite e madrugada.

O processo de verticalização nesses bairros é um fator geourbano, que vem se realizando de forma inadequada em parte do território da cidade sem, muitas vezes, ocorre de forma ajustada com a paisagem urbana e com a capacidade das estruturas urbanas. Mendonça (1994, p. 24) afirma que “poucos estudos se basearam no detalhamento prévio das diferenças do sítio e do uso do solo urbano como suporte para a compreensão da formação do clima derivado dos diferentes arranjos espaciais da

cidade”. O que é possível observar, tanto quanto ao conhecimento prévio, ou através da história da urbanização, é que alguns estudos não consideravam os perfis urbanos.

Por ausência desses estudos sobre os diferentes perfis dentro de uma cidade, é possível reconhecer que por falta de planejamento e leis existe uma desorganização territorial no Recife em função de urbanismo. Em 2001 foi decretada uma Lei Municipal nº 16719/01 criando uma Área de Reestruturação Urbana (ARU), mais conhecida como a “Lei dos doze bairros” composta pelos bairros do Derby, Espinheiro, Graças, Aflitos, Jaqueira, Parnamirim, Santana, Casa Forte, Poço da Panela, Monteiro, Apipucos e parte do bairro da Tamarineira, até o limite da Avenida Norte (Nunes, 2008).

Essa Lei impediu futuros projetos em construção, diminuiu o impacto tanto na infraestrutura, quanto na paisagem. E principalmente o processo de verticalização, que passou a ser controlada. O bairro da Tamarineira, o qual está inserido nessa lei, tem, na sua legislação urbana, algumas regras para a construção de prédios como: a preservação de 30% de solo natural (sem edificação) e a quantidade de pavimento e andares dependentes da largura das ruas. Essa legislação ajuda a manter a vegetação e amenizar o clima. Essa área foi identificada como uma ilha de frescor.

O aumento da densidade de ambientes construídos, em ajuste com determinados modelos urbanos, de acordo com Andrade (2005), produz efeitos climáticos previsíveis, como o aumento da intensidade da ilha de calor urbano e a redução da velocidade média do vento. Segundo Lombardo (1985), o processo de urbanização traz profundas transformações para o ambiente urbano, em uma metrópole que não possui parâmetros adaptados de verticalização e ocupação, no qual ela cresça em uma velocidade maior e com escassos recursos técnicos, podendo colocar em risco a qualidade de vida da população.

A ECD do Le Parc está inserida próxima ao parque dos manguezais, área definida como Zona Especial de Proteção Ambiental (ZEPA), onde o município instituiu suas Unidades de Conservação, tendo em vista a preservação de suas características ambientais. Sua localização é influenciada por fatores geoambientais (área verde) que minimizam a temperatura dessa área. Da mesma forma está inserida a Reserva Ecológica Dois Irmãos, onde a ECD da UFRPE/Dois Irmãos está próxima, representando áreas amortecidas por preservação ambiental do seu entorno.

Na urbanização do Recife, as alterações

feitas ao longo dos anos denotam que não houve uma consideração quanto aos perfis urbanos; podemos destacar a Imbiribeira, como uma grande área térmica do Recife, decorrente da não estratégia de arborização das vias para o local.

No Recife existe uma desorganização em alguns bairros e um elevado crescimento urbano. Alguns deles possuem características relativas à formação de diferentes padrões microclimáticos causados pela verticalização, diminuição da vegetação, áreas cobertas por asfalto e concreto, as quais convertem e absorvem mais radiação solar do que as áreas com vegetação.

Considerando o clima, a RMR está situada na faixa intertropical, com área urbana localizada, aproximadamente, a 8° ao sul do equador. Corrêa (2006, p. 91) afirma que a RMR “encontra-se localizada na faixa de maior insolação da Terra, recebendo os raios solares quase perpendiculares à superfície e, pela baixa latitude, com horas de insolação praticamente constantes entre os meses de verão (de maior insolação) e inverno (de menor insolação)”.

A formação do fenômeno das ilhas de calor nas áreas urbanas ocorre pela grande atividade antrópica, como impermeabilização do solo, tanto pelas construções, pavimentações e com a intensidade no uso dos materiais e novos equipamentos utilizados na expansão das malhas urbanas (concreto, asfaltos e telhados), os quais absorvem e conservam a radiação solar, aumentando a temperatura do ar sobre as cidades.

Nas grandes metrópoles, como o Recife, as áreas urbanas são influenciadas pelo microclima urbano que se diferencia, consideravelmente, das áreas não urbanas adjacentes. Com isso, os aspectos microclimáticos que acompanham o dinamismo da urbanização podem contribuir para um planejamento urbano e melhorar a saúde com o conforto térmico possibilitando uma melhor qualidade de vida da população.

Os elementos que compõem o ambiente urbano fornecem os agentes causadores ou modificadores do clima local, conforme Mendonça (1994, p. 24), “a formação de condições climáticas intraurbanas, derivadas diretamente da heterogeneidade tanto do sítio quanto da estruturação e funcionalidade urbanas, gerando paralelamente ao clima da cidade (clima local/urbano), bolsões climáticos intraurbanos diferenciados (ilhas de calor, ilhas de frio, mesoclimas, topoclimas e microclimas) carece ainda de mais atenção dos estudiosos do clima das cidades”.

As formações de ilhas de calor acontecem em áreas urbanas e suburbanas por causa da

utilização de materiais de construção comuns que absorvem e retêm mais calor do sol do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas.

As ilhas de calor causam um grande desconforto térmico interferindo na qualidade de vida das pessoas. Segundo Silva (2012, p. 28), “Ilhas de Calor Urbanas (ICU) é a designação dada à distribuição espacial e temporal do campo de temperatura sobre a cidade que apresenta um máximo, definindo uma distribuição de isotermas que faz lembrar as curvas de nível da topografia de uma ilha, daí a origem do nome ilha de calor”.

A característica termal dos locais foi determinante para conhecer a dinâmica das ilhas de calor. Alguns pontos possuem aspectos que têm impactos sobre o clima desses locais. Podemos citar fatores geourbanos e geambientais como as principais causas da formação das ilhas de calor:

- Boa Vista (EMLURB) e Campo Grande: Maior densidade da área urbana;
- Imbiribeira, Le Parc, Tamarineira e Boa Vista: Larguras das ruas, altura e grande quantidade de edificações;
- Tamarineira, UFRPE/Dois irmãos, Le Parc e INMET: Proximidades aos parques, áreas verdes e redução da energia utilizada nos processos de evapotranspiração realizados pela vegetação;
- Todos os pontos: Materiais de construções que armazenam calor e Vias públicas que absorvem uma alta quantidade de radiação solar;
- Boa Vista, Tamarineira, Le Parc e Imbiribeira: Redução da velocidade do vento formada pelos paredões formados pelos prédios;
- Dois Irmãos, Boa Vista e Imbiribeira: Poluição que reduz a perda de radiação de onda longa pelas superfícies para o ambiente, causando aquecimento atmosférico.

Todos esses fatores contribuem, diretamente, na alteração do clima local. Esses impactos são resultantes das alterações das características termais das superfícies, de taxas de evaporação e de circulação do ar, tendo também como responsável as ações antrópicas. A dinâmica das temperaturas identificadas nos turnos deixa nítido que a cidade possui variados microclimas em função das características geambientais e geourbanas.

### Conclusão

O monitoramento por meio das estações de coleta de dados indicou uma variação de temperatura na cidade do Recife. Essa distribuição

possibilitou novas perspectivas sobre os bairros, identificando algumas diferenças geoambientais e geourbanas, com áreas de heterogeneidades microclimáticas, influenciando no comportamento das temperaturas do ar.

Foi possível compreender a particularidade do clima local, a partir da sua morfologia urbana. Ocorreram variáveis em relação à intensidade de temperatura, relacionadas com os atributos geourbanos, como a influência no desenvolvimento de ilhas de calor, por indicar temperaturas elevadas. Os geambientais, especificamente as áreas verdes, comprovam sua importância como regulador termal de um ambiente, resfriando as temperaturas locais.

O estudo desenvolvido possibilitou uma relevante contribuição para o conhecimento de aspectos microclimáticos que acompanham o dinamismo da urbanização. Constituiu-se de grande importância no âmbito do clima urbano, na qualidade de vida, no impacto gerado na cidade do Recife e no contexto do dia a dia da população que mora na RMR. Nesse contexto, este estudo se mostra desempenhando um importante papel para o desenvolvimento ambiental da cidade e melhor aplicação de suas políticas públicas.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos, TROPOCLIMA, e à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro.

### Referências

- ANDRADE, H. 2005. O Clima Urbano-natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Finisterra, v. 40, n. 80, p. 67-91.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. 2013. Zoneamento climático urbano da cidade do Recife: uma contribuição ao planejamento urbano. GEOUSP-Espaço e Tempo, n. 33, p. 187-197.
- BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A.; GALVINCIO, J. D. 2010. Interferência de Fatores Antrópicos e Fenômenos Climáticos na Mudança e Variação da Temperatura da Superfície da Cidade do Recife: Utilização de Técnicas de Sensoriamento Remoto. In: GALVINCIO, J. D. (Org.). Mudanças Climáticas e Impactos Ambientais. Recife; Ed. Universitária da UFPE. Cap 17, pp. 275-290.
- BRANDÃO, A. M. P. M. 2003. O Clima Urbano na Cidade do Rio de Janeiro. IN: Clima urbano.

- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. 2003. Editora Contexto, 1ª Edição, 192p.
- BRANDÃO, A. M. P. M. 1996. O Clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado em Geografia Física), Universidade de São Paulo (USP). São Paulo. 362p.
- CORRÊA, A. C. B. 2006. Contribuição À Análise Do Recife Como Um Geossistema Urbano. Revista de Geografia, v. 23, n. 3, p. 86-105.
- GARTLAND, L. 2010. Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas/Lisa Gartland; Tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos.
- GEORGE, P. 1983. Geografia Urbana. São Paulo: Difel, 236p.
- GOMES, E. T. A. 2007. Recortes de paisagens na cidade do Recife: uma abordagem geográfica. – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Ed. Massangana, 356p.:il.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2016. Normais climatológicas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 20 de setembro.
- LOMBARDO, M. A. 1985. Ilha de Calor nas Metrôpoles. Ed. Hucitec, São Paulo.
- MENDONÇA, F. de A. 1994. O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR. 322f. Tese (Doutorado em Geografia), Departamento de Geografia FFLCH/USP, São Paulo.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. 2003. Clima urbano. São Paulo: Contexto.
- MONTEIRO, C. A. F. 1976. Teoria e clima urbano. São Paulo, n. 25 (Série, Teses e Monografias).
- MOREIRA, E. B. M.; GALVÍNIO, J. D. 2009. Análise multitemporal da ilha de calor urbana na cidade do Recife, através de imagens do Landsat TM-5. Anais. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE. Natal, pp. 1441-1448.
- MOREIRA, E. B. M.; NOBREGA, R. S.; SILVA, B. B. 2011. Estimativa do Saldo de Radiação Instantâneo na Cidade do Recife, através de imagens do Satélite Landsat5 TM. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, p. 614-627.
- NUNES, A. F. 2008. O impacto da “Lei dos Doze Bairros” sobre a Construção Civil na cidade do Recife, Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife.
- RECIFE, Lei Municipal nº 15.547, de 19 de dezembro de 1991. Estabelece as Diretrizes Gerais em Matéria de Política Urbana, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento da Cidade de Recife, cria o Sistema de Planejamento e de Informações da Cidade e dá outras providências.
- SANTOS, M. 1993. A urbanização brasileira. São Paulo: HUCITEC.
- SANTOS, M. 1991. Metamorfose do Espaço Habitado. São Paulo: Hucitec. 124p.
- SANTOS, M. 1981. Manual de Geografia Urbana. São Paulo: Hucitec, 203p.
- SAYDELLES, A. P. 2005. Estudo d Campo Térmico e das Ilhas de Calor Urbano em Santa Maria-RS, Dissertação de Mestrado UFSM Santa Maria, RS, Brasil. 237p.
- SILVA, I. M. 2012. Efeitos do uso e cobertura do solo sobre o conforto higrotérmico/Isadora Mendes da Silva-Versão revisada de com a resolução CoPGr 6018 de 2011, Piracicaba, 170p. II.
- VITAL, L. A. B; MOREIRA, E. B. M. NÓBREGA, R. S. 2012. Estimativa de índice de desconforto humano em um transecto no município de Olinda/PE. Revista Geonorte, Edição Especial 2, v. 2, n. 5, p. 761-772.