

CONFORTO TÉRMICO E DIFERENTES TIPOS DE TEMPO METEOROLÓGICO NA CIDADE DO RECIFE (PE)

*THERMAL COMFORT AND DIFFERENT WEATHER TYPES IN
THE RECIFE CITY (PE)*

*CONFORT TÉRMICO Y DIFERENTES TIPOS DE TIEMPO
METEOROLÓGICO EN LA CIUDAD DEL RECIFE (PE)*

Pedro Felipe Cavalcanti dos Santos

Mestrando em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.
pedro.fcsantos@ufpe.br/pedrofcds@gmail.com

Ayobami Badiru Moreira

Doutoranda em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco
ayo.badiru@hotmail.com

Caio Américo Pereira de Almeida

Doutorando em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco
caioamerico@gmail.com

Ranyére Silva Nóbrega

Prof. Dr. do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal
de Pernambuco
ranyere.nobrega@ufpe.br

Resumo: O presente artigo objetivou estudar o clima urbano da cidade do Recife e seus condicionantes, principalmente a estrutura urbana e os sistemas atmosféricos atuantes, com foco na identificação das áreas de maior e menor conforto térmico. Para isto, utilizou-se o método da análise rítmica e dos cálculos de quantis e de Índice de Temperatura e Umidade (ITU), tendo o mês de janeiro de 2016 como período de estudo. Foram utilizados dados meteorológicos disponibilizados pela estação 82900 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), por dezessete estações da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e de oito Estações de Coleta de Dados (ECD), pertencentes ao Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos da UFPE (Tropoclima), além de consultas a imagens de satélite GOES-13 disponibilizadas pelo CPTEC/INPE. O nono e o vigésimo nono dias foram classificados como “extremamente chuvoso” e três dias (16, 18 e 22) como “muito chuvoso”. Foi calculado o índice ITU para os dias 04, 09 e 22, os quais representam

as classes “extremamente seco”, “extremamente chuvoso” e “muito chuvoso” respectivamente. Os sistemas climáticos se mostraram como grandes condicionantes das temperaturas e do conforto térmico na cidade do Recife, a porção Leste da cidade se mostrou mais desconfortáveis do que a porção Oeste. A porção Leste, além de mais desconfortável, se mostrou menos úmida e menos chuvosa do que as demais.

Palavras-chave: clima urbano; ritmo climático; ilhas de calor; técnica dos *quantis*; ITU.

Abstract: The present article aimed to study the urban climate of the city of Recife and its conditioners. Such as the urban structure and the atmospheric systems in progress, focusing on the space-time identification of areas of greater and lesser thermal comfort. Thereunto, it was used the method of rhythmic analysis, quantile calculations and the Temperature and Humidity Index (THI), with the month of January 2016 as a study period. Meteorological data provided by the station 82900 of the *Instituto Nacional de Meteorologia* (INMET), by seventeen data stations of the *Agência Pernambucana de Águas e Clima* (APAC) and also by eight Data Collection Stations (DCS) were used, In addition to queries to satellite images. Finally, the ninth and twenty-ninth days were classified as “extremely rainy” and three days (16, 18 and 22) as “very rainy”. THI was calculated for days 04, 09 and 22, representing the “extremely dry”, “extremely rainy” and “very rainy” classes respectively. The weather systems analyzed have shown to be strong conditioners of temperature and thermal comfort in Recife, the eastern sector of the city was more uncomfortable than the west one. The eastern sector of the city, besides being more uncomfortable, was less humid and less rainy than the western sector.

Keywords: urban climate; climate rhythm; heat island; *quantiles* technique; UTI

Resumen: El presente artículo objetivó estudiar del clima urbano de la ciudad de Recife y sus condicionantes, como la estructura urbana y los sistemas atmosféricos actuantes, con foco en la identificación espacio-temporal de las áreas de mayor y menor confort térmico. Para ello, se utilizó el método del análisis rítmico y de los cálculos de cuantiles y de Índice de Temperatura y Humedad (ITU), teniendo el mes de enero de 2016 como período de estudio. Se utilizaron datos meteorológicos proporcionados por la estación 82900 del Instituto Nacional de Meteorología (INMET), por diecisiete estaciones de la Agencia Pernambucana de Aguas y Clima (APAC) y de ocho Estaciones de Recolección de datos (ECD) además de consultas a imágenes satelitales. Por último, el noveno y el vigésimo noveno días fueron clasificados como “extremadamente lluviosos” y tres días (16, 18 y 22) como “muy lluvioso”, de estos días. Se calcularon ITU para los días 04, 09 y 22, representando las clases “extremadamente seco”, “extremadamente lluvioso” y “muy lluvioso” respectivamente. Los sistemas climáticos se mostraron grandes condicionantes de las temperaturas y del confort térmico en la ciudad de Recife, las áreas en el sector este de la ciudad se mostraron más incómodas que el sector oeste. El sector este de la ciudad, además de más incómodo, se mostró menos húmedo y menos lluvioso que el sector oeste..

Palabras-chave: clima urbano; ritmo climático; islas de calor; técnicas de los *cuantiles*, ITU.

INTRODUÇÃO

As cidades por seu tamanho e função desempenham papel importante no clima local e nas relações com a sociedade. Segundo Almeida Junior (2005), os padrões de temperatura do ar, ventos, umidade do ar e pluviosidade mudam de acordo com a posição geográfica da cidade e distribuição dos seus elementos urbanísticos. Os mecanismos para entender esta relação estão inseridos na climatologia urbana, devendo ser observados de forma sistêmica dentro de sua área de estudo.

Desta maneira, as cidades acabam sendo geradoras de um clima próprio, resultante da interferência de fatores que se processam sobre a Camada Limite Urbana e que agem no sentido de condicionar o clima em escala local (AMORIM, 2013). Um dos objetivos de estudos climáticos em escala urbana é proporcionar benefícios que visam tornar a vida nas cidades mais agradável para seus habitantes. Segundo Jollands et al. (2007), o estudo do clima urbano é fundamental para o desenho urbano, apresentando subsídios para que se possa desenvolver outros estudos apropriados para o planejamento e ordenação do espaço urbano, focado em sua totalidade.

Monteiro (1976), calcado na teoria geral dos sistemas, propôs a terminologia Sistema Clima Urbano (SCU) para denominar um sistema singular, aberto, evolutivo, dinâmico, adaptativo e passível de auto regulação, que abrange um clima local (fato natural) e a cidade (fato social). Dessa forma, o SCU, considera os seus subsistemas naturais e todas as influências dos fatores socioeconômicos.

O fato natural, o clima, principal condicionante físico do SCU, pode ser estudado de forma qualitativa e quantitativa a partir do conceito de ritmo climático, o qual só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo (MONTEIRO, 1971). Segundo Monteiro (1971), “só a análise rítmica detalhada ao nível de “tempo”, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos”.

O Espaço Urbano interage e altera as características dos climas locais tanto em áreas tropicais como em climas frios, assim como nos temperados, bem como apontou o estudo de Holmer e Thorsson (2009), indicando os impactos urbano-climáticos nas cidades de Göteborg, na Suécia, e de Ouagadougou em Burkina Faso. Offerle et al. (2006) identificaram que as áreas construídas alteram os fluxos de ventos e de radiação na camada intraurbana da atmosfera, distinguindo as características climáticas entre o centro de negócios (*central business district*), a periferia e a área rural, e dessa forma, dando origem ao fenômeno conhecido como ilhas de calor.

Monteiro e Mendonça (2011) referem à ilha de calor urbana (ICU) como uma anomalia térmica na qual a temperatura do ar na camada intraurbana da atmosfera caracteriza-se por

ser superior a da vizinhança rural. Esse incremento de temperatura é causado principalmente pelo calor armazenado e reemitido pelos complexos de urbanização que concentram materiais de grande potencial energético. Como complemento, Taha (1997) afirma que a baixa taxa de evapotranspiração nos ambientes urbanos, devido à retirada da vegetação e pavimentação das superfícies, é o grande causador do incremento das temperaturas do ar durante o dia.

Um dos principais impactos causados pelas ilhas de calor é efeito no conforto térmico. Nóbrega e Lemos (2011) comentam que “do ponto de vista humano, o conforto térmico está associado à condição psicológica que expresse satisfação com o ambiente térmico”. Logo, áreas desconfortáveis devem ser localizadas e estudadas com a finalidade de diminuir o desconforto e aumentar a capacidade das pessoas de realizarem atividades naquele determinado local, pois, como afirmam Nóbrega e Lemos (2011), “cômodo é o ambiente cujas condições admitam a manutenção da temperatura corporal sem precisar ser ativados os mecanismos termorreguladores”.

Profundas mudanças ocorreram no Brasil, inclusive no estado de Pernambuco, a partir de meados da década de 40, em termos de transformação de uma sociedade predominantemente agrícola, até então, para uma sociedade urbano-industrial já consolidada no final da década de 60. Este modelo de desenvolvimento, fortemente marcado pela concentração de renda e praticamente desprovido das questões ambientais, com profundas desigualdades sociais, já começou a ser evidenciado no final da década de 70. Na década de 90 ficou mais evidente que o resultado do intenso processo de urbanização gerou um quadro de desequilíbrio populacional entre áreas rurais e urbanas, crescimento acelerado das grandes aglomerações, densidade demográfica considerável nos centros urbanos, carência de habitação e infraestrutura básica, aumento da pobreza e da população favelada, ou seja, expressiva degradação da qualidade de vida na cidade (BRANDÃO, 2011).

Gomes (2007) aponta que no ano 1951 o processo de metropolização recifense se encontrava em várias direções, caracterizando o que viria se tornar sua atual mancha urbana. Hoje, a cidade do Recife possui características interessantes para a gênese de diferentes padrões microclimáticos. Atualmente, já está bem configurada a urbanização na direção centro-sul da capital Pernambucana, com intenso processo de verticalização das construções civis e diminuição de vegetação. Com o crescimento do adensamento construtivo que a Região Metropolitana do Recife vem atravessando, também já são visíveis as rápidas transformações espaciais em outras direções, como no eixo oeste. Com os diferentes usos do solo, morfologia urbana, interesse econômico e distribuição irregular da vegetação, é possível que os microclimas no Recife tenham comportamentos diferentes e o bom entendimento desses comportamentos é de suma importância para a gestão e o melhoramento da qualidade de vida no ambiente urbano.

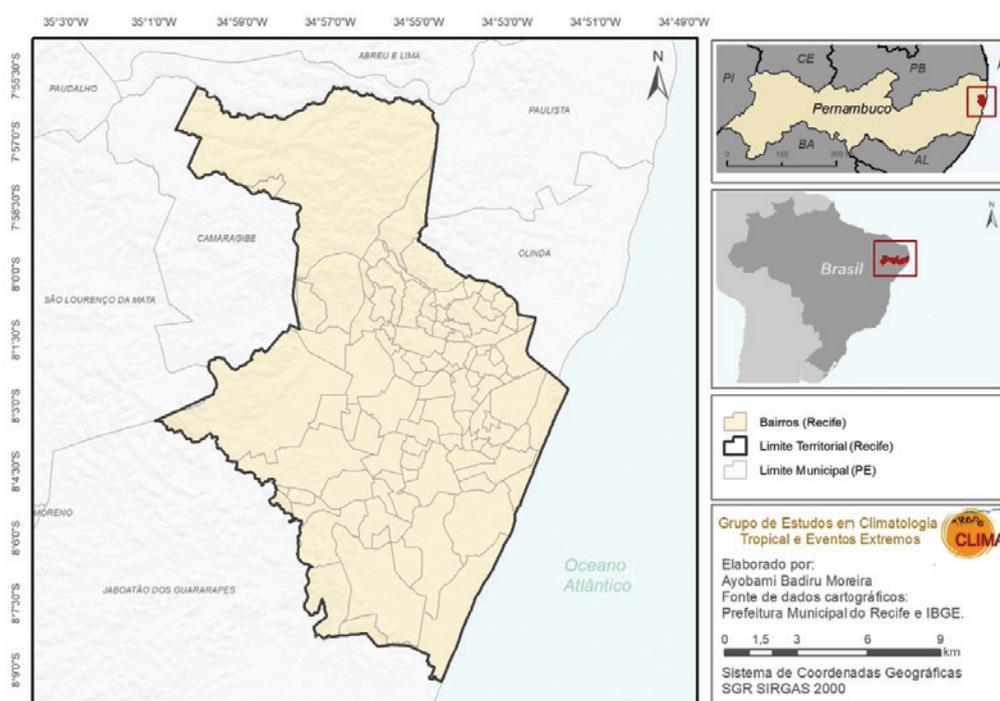
Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo o estudo do clima urbano da cidade do Recife e seus condicionantes, como a estrutura urbana e os sistemas atmosféricos atuantes, com foco na identificação espaço-temporal das áreas de maior e menor conforto térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado sobre a cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, está localizada entre as latitudes 7°55'0''S e 8°9'30''S e as longitudes 34°51'10''W e 35°1'0'', como mostra o mapa de localização da Figura 1, e uma altitude média entre 4m e 10m a cima do nível médio do mar. Segundo o senso de 2010, apresenta uma população aproximada de 1,55 milhões de habitantes e, em adição à sua Região Metropolitana, chega aos 3,73 milhões de habitantes, chegando a ter o quinto maior quantitativo populacional dentre as Regiões Metropolitanas do Brasil (IBGE, 2010).

Está assentada sobre uma planície aluvional flúvio-marinha – composta de ilhas, penínsulas, alagados e mangues, envolvidos por braços de rios – desde as costas marinhas, marcadas em quase toda a sua extensão por uma linha de arrecifes de arenito até uma cadeia irregular de outeiros terciários em semicírculo que se projeta de forma ondulada (GOMES, 2007).

Figura 1 – Localização geográfica do município de Recife (em amarelo)

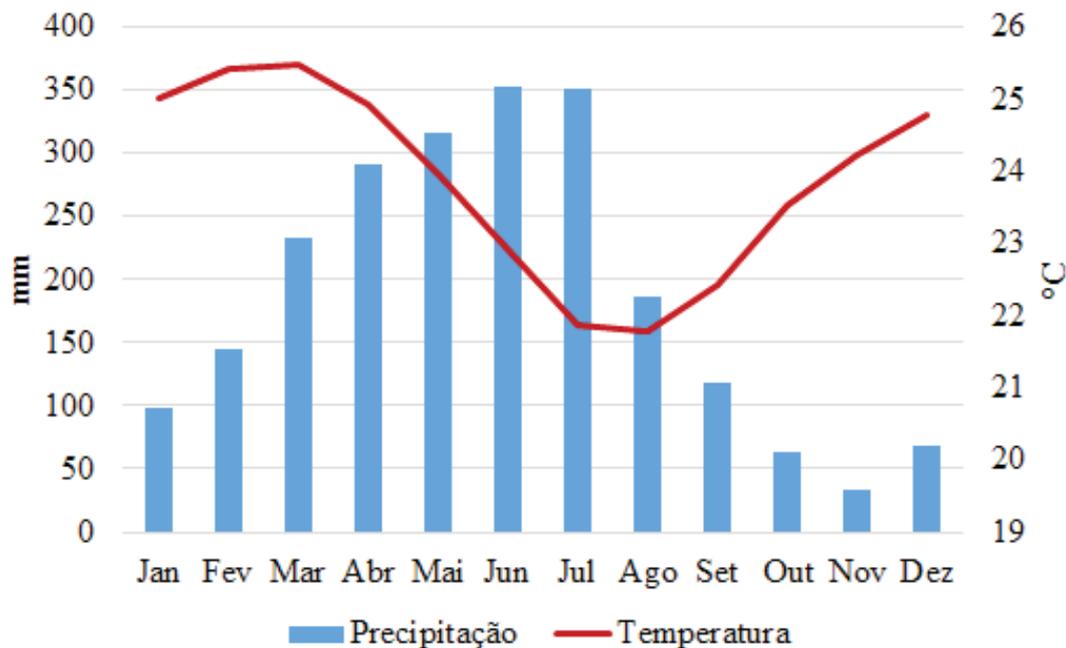


Fonte: os autores.

Em termos climáticas, possui temperaturas médias mensais em torno de 25°C, amplitude térmica anual inferior a 5°C, e umidade relativa do ar com valores médios anuais de 84% (INMET). A incidência de radiação solar é alta e sofre pouca variação ao longo do ano, exceto pela influência de nebulosidade durante o período chuvoso (maio a outubro). 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, como mostra o climograma apresentado pela Figura 2. Segundo Mendonça e Dani-Oliveira (2007) o clima da área de estudo é classificado como Clima Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental, o qual se diferencia dos demais climas mais secos do interior da região Nordeste. Esse clima apresenta chuvas de outono-inverno, sem inverno térmico em que as temperaturas médias anuais mensais são superiores a 18 °C.

Figura 2 – Climograma de Recife (PE)



Fonte: INMET, organizado pelos autores.

O recorte temporal do estudo abrangeu o mês de janeiro de 2016. Para a compreensão do ritmo climático durante este período, foram utilizados dados de dezessete estações pluviométricas localizadas na cidade do Recife, disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e clima – APAC, de dados climáticos históricos da estação 82900 do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, de dados de temperatura e umidade de oito Estações de Coleta de Dados (ECD) distribuídas ao longo do Recife, de composições entre imagens de satélites Meteosat-10 e Goes-13, disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE, consulta aos mapas dinâmicos do <https://earth.nullschool.net/> (Acesso em 01 de julho de 2017) e de dados cartográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

O entendimento do comportamento climático no período estudado foi realizado a partir da análise rítmica (MONTEIRO, 1971), a qual busca explicar o clima como um fenômeno rítmico (OGASHAWARA, 2012) e consiste na análise dos principais componentes

climáticos (temperaturas, precipitação, umidade relativa do ar, além de sistemas atmosféricos atuantes) e de suas sucessões de tempos em escala mínima diária.

Para a análise ritmica foram utilizados dados meteorológicos registrados pela estação automática 82900 do INMET e, em adição, dados de precipitação das dezessete estações da APAC; além disso, a interpretação das imagens de satélite, disponíveis pelo CPTEC-INPE, foi fundamental para a compreensão do clima em Escala Regional. O gráfico da análise ritmica foi realizado adaptando-se a sequência disposta por Ogashawara (2012), apresentando os componentes climáticos na seguinte ordem: a) pressão atmosférica; b) temperaturas máxima, mínima e instantânea; c) umidades relativas máxima, mínima e instantânea; d) precipitação acumulada; e) direção e intensidade do vento e f) tipos de tempo para quatro momentos do dia: madrugada, manhã, tarde e noite.

Para a identificação de eventos extremos de precipitação, foi utilizado o cálculo dos quantis (XAVIER, 2002) para o mês de janeiro a partir de uma série histórica de dados de precipitação disponível pelo BDMEP/INMET. Este cálculo representa a probabilidade da intensidade da precipitação exceder um valor de referência. A série de referência compreende os valores de precipitação dos meses de janeiro entre os anos de 1986 e 2016 e o cálculo, em termos climatológicos, é definido pela seguinte equação (XAVIER,2002):

$$\text{Prob} (X < Q_p) = P$$

Sendo P a probabilidade, X a precipitação acumulada para o mês de janeiro e Q_p é o quantil de interesse. As ordens quantílicas calculadas são as mesmas utilizadas por Nóbrega (2016), as quais estão apresentadas pelo Quadro 1.

Quadro 1 – Intervalos e descrição das classes de *quantis*. Adaptado de Xavier (2002)

Intervalos	Descrição das classes
$X \leq Q_{05}$	Extremamente seco
$Q_{05} < X \leq Q_{15}$	Muito seco
$Q_{15} < X \leq Q_{35}$	Seco
$Q_{35} < X \leq Q_{65}$	Normal
$Q_{65} < X \leq Q_{85}$	Chuvoso
$Q_{85} < X \leq Q_{95}$	Muito chuvoso
$X \geq Q_{95}$	Extremamente chuvoso

Fonte: Adaptado de Xavier (2002).

Os dados das ECD foram referentes aos valores de temperatura e de umidade coletados em oito pontos distintos do Recife, obtidos por termo-higrômetros da marca HOBO U20, com *datalogger* e abrigo para proteger da incidência direta de radiação solar e chuva, de forma a captar dados atmosféricos de diferentes paisagens recifenses, representando assim os diversos espaços urbanizados, os locais e suas características estão listadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição dos locais de instalação das ECD ao longo da cidade do Recife (PE)

Locais dos ECD	Descrição
UFPE	Construções espaçadas e bastante vegetada. Ambiente escolar.
UFRPE	Construções espaçadas em fragmento de floresta. Ambiente escolar.
Barro	Construções adensadas pouco verticalizadas com presença de vegetações arbustivas e dentro das casas. Ambiente de moradia (subúrbio).
Campo grande	Construções adensadas, com a presença de algumas áreas verticalizadas, casas e pouca vegetação. Ambiente de moradia.
Boa vista	Construções adensadas com grande verticalização e pouca vegetação. Centro econômico.
Imbiribeira	Construções adensadas e verticalização limitada pela presença do aeroporto. Ambiente de pouca vegetação e alta circulação de veículos.
Boa viagem	Construções adensadas e verticais. Ambiente de lazer e moradia próximo a uma área de manguezal.
Tamarineira	Construções adensadas no limite entre áreas verticalizadas e subúrbio. Ambiente de moradia e pouca vegetação.

Fonte: Os autores

Estes dados foram utilizados para calcular do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), proposto por Barbirato et al. (2007), o qual é comumente utilizado nos trópicos pela sua praticidade, além de ser calculado para ambientes abertos e permitir quantificar o estresse no ambiente urbano. É descrito pela seguinte equação:

$$ITU = (0,8 * T) + (UR * T \div 500)$$

Sendo: T referente à temperatura do ar (°C) e UR à umidade relativa do ar (%). Os intervalos de classificação para este índice, observados no Quadro 3, foram associados às cores verde, amarelo e vermelho referentes às classes “confortável”, “levemente desconfortável” e “extremamente desconfortável” respectivamente. Os cálculos do ITU foi realizado para quatro sub-recortes temporais diários: madrugada (00 h-05 h), manhã (06 h-11 h), tarde (12 h-17 h) e noite (18 h-23 h), de modo a buscar detalhar as mudanças diárias do conforto térmico e da presença de ilhas de calor.

Quadro 3 – Intervalos de classificação do Índice de Temperatura e Umidade

Nível de Conforto	ITU
Confortável	21 < ITU < 24
Levemente desconfortável	24 < ITU < 26
Extremamente desconfortável	ITU > 26

Fonte: Emmanuel (2005)

Por fim, os dados de temperatura, umidade, precipitação e os cálculos de ITU foram espacializados para a cidade do Recife a partir do cálculo de interpolação do inverso do peso da distância (*Inverse Distance Weight* – IDW) e as resultados das interpolações foram representadas em mapas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento climático geral para o período de estudo foi observado através da análise rítmica, os gráficos gerados estão apresentados pela Figura 3, apresentando os componentes climáticos na seguinte sequência: pressão atmosférica, temperatura mínima (azul claro) instantânea (azul escuro) e máxima (laranja), umidade relativa, precipitação e direção do vento. Os valores de precipitação são referentes à média dos acumulados nas dezessete estações da APAC dispostas na cidade do Recife e os demais valores representados a partir dos dados da estação convencional 82900 do INMET. A atuação durante todos os dias da massa Tropical Atlântica (mTA) possibilitou a omissão desta informação na figura.

A partir da segunda semana do mês, percebe-se um aumento nos valores de precipitação, com destaque no nono e vigésimo nono dias que apresentaram valores de 33,2 mm e 28,10 mm respectivamente. A direção do vento, predominantemente de sudeste, foi alterada para sul nestes dias.

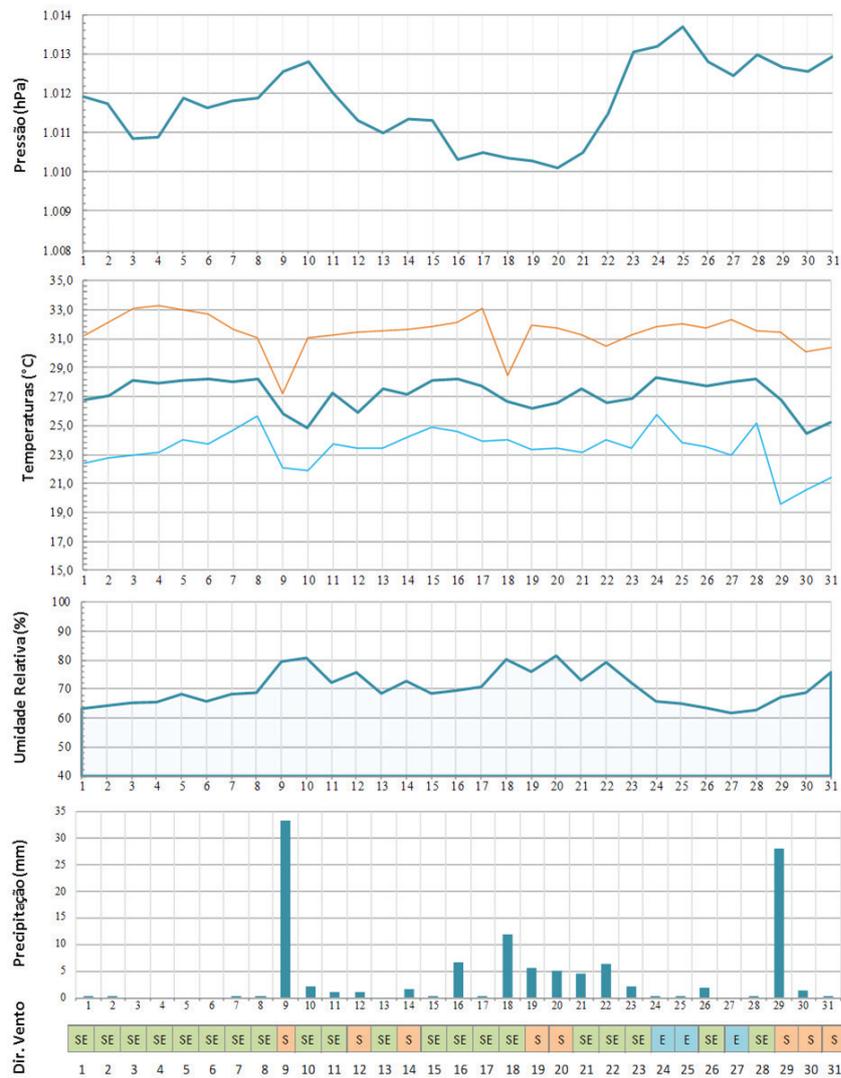
A formação de um VCAN no atlântico sul no sexto dia, e que perdurou no atlântico por todo o mês, e sua aproximação à costa oriental do NEB a partir do sétimo dia em conjunção com a aproximação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT contribuíram, para os valores elevados e também para a presença constante de precipitação a partir da segunda semana até o final do mês.

As imagens de satélite apresentadas na Figura 4 mostram, em (a) a formação do VCAN no sexto dia, em (b) a aproximação de sua periferia, caracterizada pela presença de nebulosidade, à costa do NEB. No vigésimo nono dia, na Figura 4 (c), a presença de nebulosidade em baixos níveis, apesar do centro do VCAN estar sobre a costa do NEB, o que favoreceria céu claro. A Figura 5, proveniente da ZCIT, foi responsável pela precipitação.

A Tabela 1 apresenta o valor médio, máximo e mínimo da precipitação, além dos valores calculados para os *quantis* $Q_{0,85}$ e $Q_{0,95}$, que representam os limiares mínimos de precipitação para eventos muito chuvosos e extremamente chuvosos respectivamente (Os dados das ECD foram referentes aos valores de temperatura e de umidade coletados em oito pontos distintos do Recife, obtidos por termohigrômetros da marca HOBO U20, com *datalogger* e abrigo para proteger da incidência direta de radiação solar e chuva, de forma a captar dados atmosféricos de diferentes paisagens recifenses, representando assim os diversos espaços urbanizados, os locais e suas características estão listadas no Quadro 2.

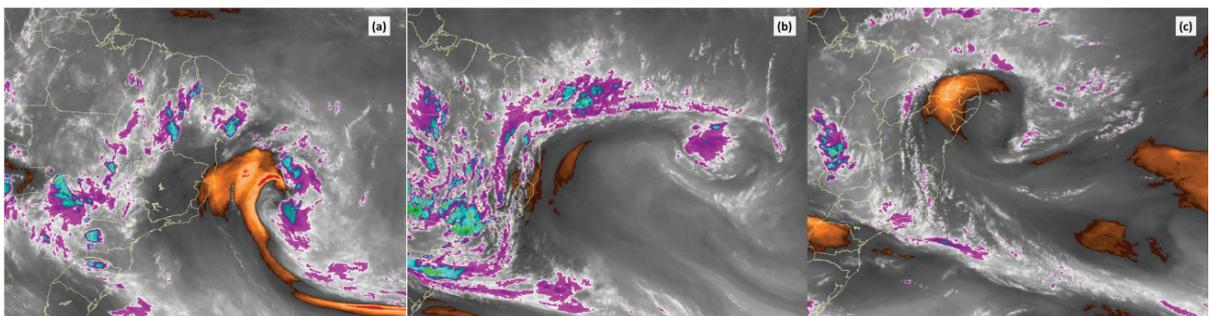
No Quadro 1, a linha amarela e a linha vermelha sobre o gráfico de precipitação da Figura 3 representam os limiares dos *quantis* $Q_{0,85}$ e $Q_{0,95}$: 5,92mm e 16,82mm respectivamente.

Figura 3 – Análise rítmica para a cidade do Recife, durante o mês de janeiro de 2016



Fonte: autores.

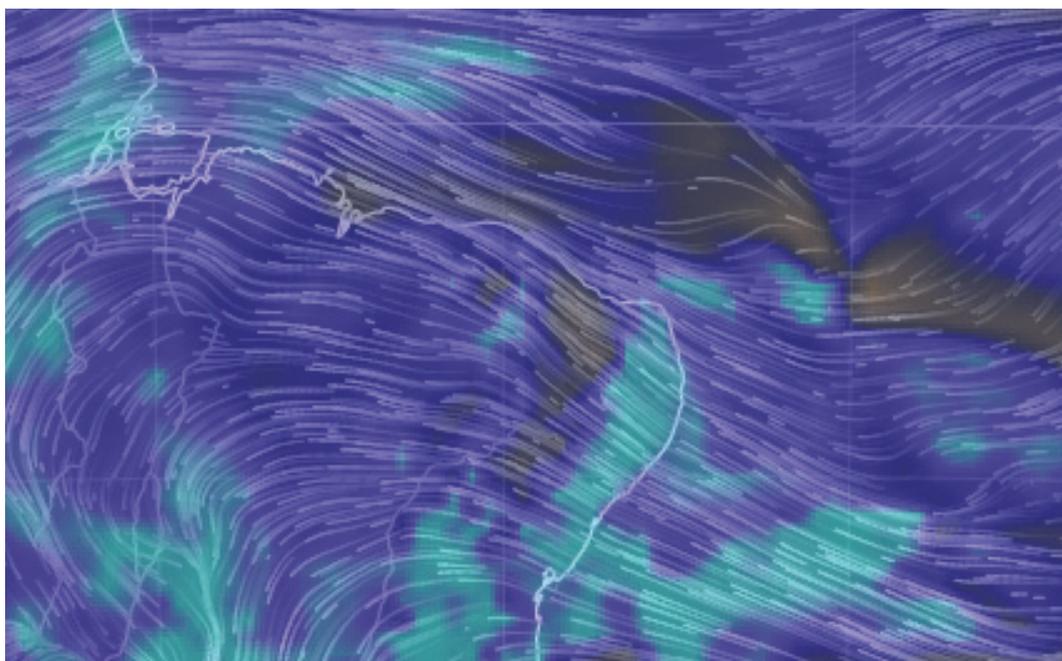
Figura 4 – Imagens de satélite (composição Meteosat-13 + Goes-10) dos dias 06, 09 e 29 de janeiro de 2016 apresentados em (a), (b) e (c) respectivamente



Fonte: CPTEC/INPE.

De acordo com estes valores, os dias classificados como “extremamente chuvoso” nos dados do gráfico de análise rítmica, foi o dia, com 33,2 mm e o vigésimo nono, com 28,10 mm. Os dias compreendidos como “muito chuvoso” foram os dias 16, com 6,73 mm, o dia 18 com 11,82 mm e o dia 22 com 6,33 mm.

Figura 5 – Umidade relativa em 850hPa e direção do vento sobre o NEB



Fonte: <https://earth.nullschool.net>

Tabela 1 – Valores de precipitação média, máxima e mínima de precipitação e limiares mínimos dos *quantis* Q_{0,85} e Q_{0,95}, referentes à ocorrência de eventos muito chuvosos e extremamente chuvosos respectivamente

Média	Máx.	Mín.	Q _{0,85}	Q _{0,95}
3,69	33,22	0,00	5,92	16,82

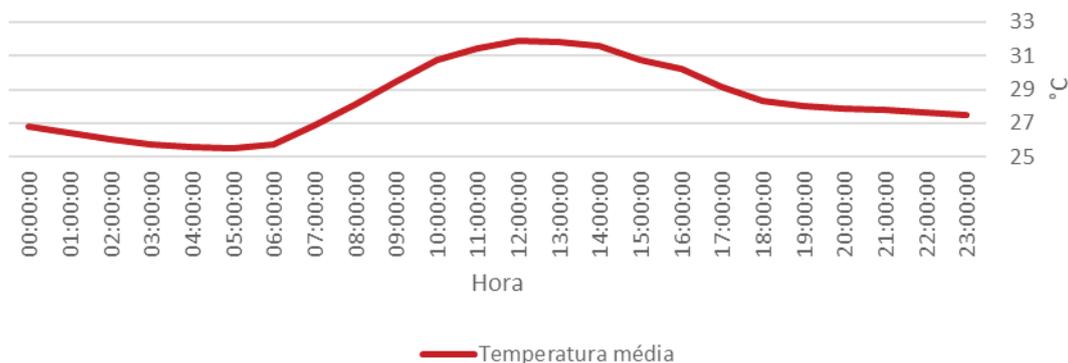
Fonte: Autores

Levando em consideração um dia seco, o dia 04 de janeiro, podemos observar o comportamento da temperatura ao longo das horas. A temperatura média registrada nas 8 estações obteve valor mínimo às 5h com 25,5 °C de temperatura. O maior valor médio registrado ocorreu às 12h, com 31,9 °C, observando-se assim uma amplitude térmica de 6,4 °C (Figura 6).

Diferente do dia 04 de janeiro, onde não houve registro de chuva, o dia 09 do mesmo mês registrou um índice extremamente chuvoso de acordo com o método dos quantis. O comportamento das temperaturas ao longo das horas no dia 09 foi alterado em relação

ao dia seco pelo comportamento da precipitação. A média de temperatura registrada nas 8 estações se configurou de forma diferenciada em relação ao dia seco. A temperatura média do horário mais quente do dia ocorreu às 10h, com temperatura média registrada de 27,4 °C. A temperatura máxima apresentou 4,5 °C a menos que o valor máximo médio registrado no dia 04 de janeiro (Figura 7).

Figura 6 – Temperatura média do ar das 8 estações de coletas de dados durante o dia 04 de janeiro de 2016. Não houve precipitação registrada

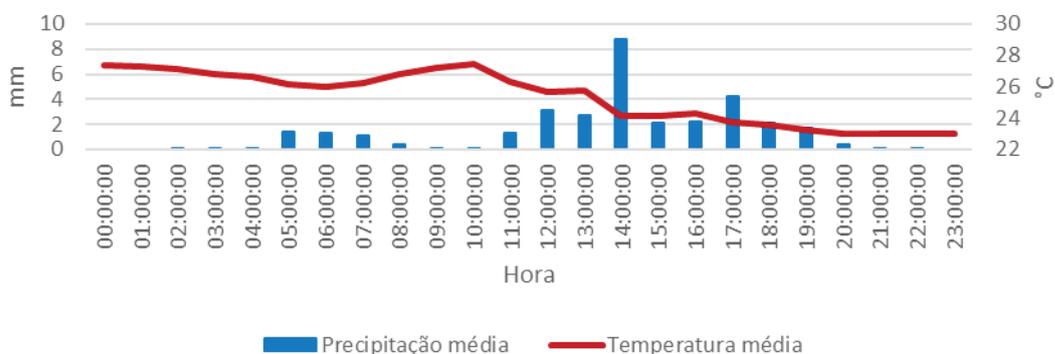


Fonte: Autores

A temperatura mínima média, de 23 °C foi registrada às 20h continuando até as 23h do dia 09. A amplitude térmica de 4,5 °C também se mostrou menor que a registrada no dia seco. No dia 22 de janeiro as estações pluviométricas da APAC registraram uma média para dia muito chuvoso através do método dos *quantis*. Nesse dia a temperatura máxima média registrada ocorreu às 11h (29,6 °C) com a mínima média registrada às 2h (25,6 °C). A amplitude térmica foi de 4 °C no dia 22 (Figura 8).

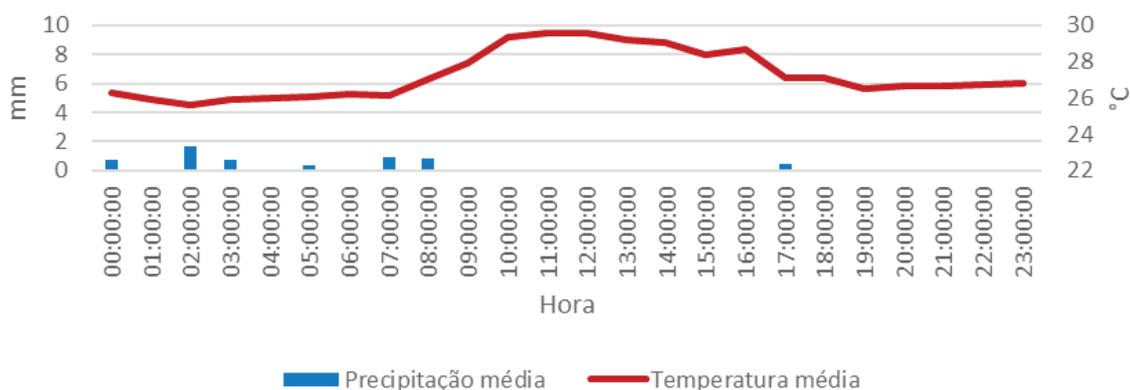
A temperatura média registrada pelos termohigrômetros espalhados entre as diferentes paisagens nos mostra que a chuva é um importante condicionante nas temperaturas do Recife, os dias com pouca ou nenhuma precipitação apresentaram médias bastante próximas. Dias que apresentaram chuvas fortes, como os dias 9 e 29, com acumulado médio de 33,2 e 28,1 respectivamente, fizeram com que as temperaturas caíssem. A Figura 9 apresenta o ritmo diário da chuva e da temperatura durante o mês.

Figura 7 – Temperatura média do ar das oito estações e de coletas de dados e precipitação média nas estações pluviométricas da APAC, dia 9 de janeiro de 2016



Fonte: Autores

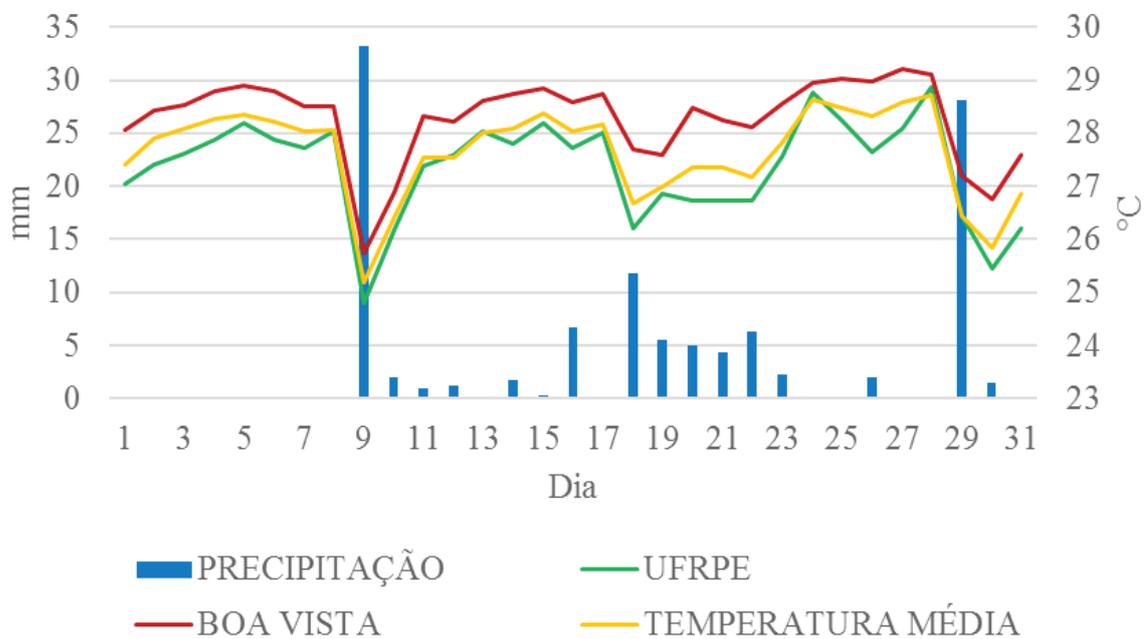
Figura 8 – Temperatura média do ar das oito estações e de coletas de dados e precipitação média nas estações pluviométricas da APAC, dia 22 de janeiro de 2016



Fonte: Autores

Quando comparado as temperaturas entre as estações localizadas no Bairro da Boa Vista e na UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco), percebe-se com rápida apreensão as diferenças de temperatura entre o *central business district* (CBD), com todas as suas características intrínsecas colocadas no Quadro 1, e as estações localizadas em áreas de pouca verticalização e grande massa vegetacional. Em dias secos os diferenciais de temperatura entre essas duas estações diminuem, aumentando em dias chuvosos. Por exemplo, no dia 09 de janeiro, o mais chuvoso dos dias, o diferencial de temperatura nessas estações foi de 0,9 °C, em média. Em dias chuvosos a diferença de temperatura média entre as duas estações foi de 1 °C, já em dias secos a média cai para 0,7 °C.

Figura 9 – Precipitação total diária média na cidade do Recife e temperatura média do ar diária nas estações UFRPE, Boa Vista



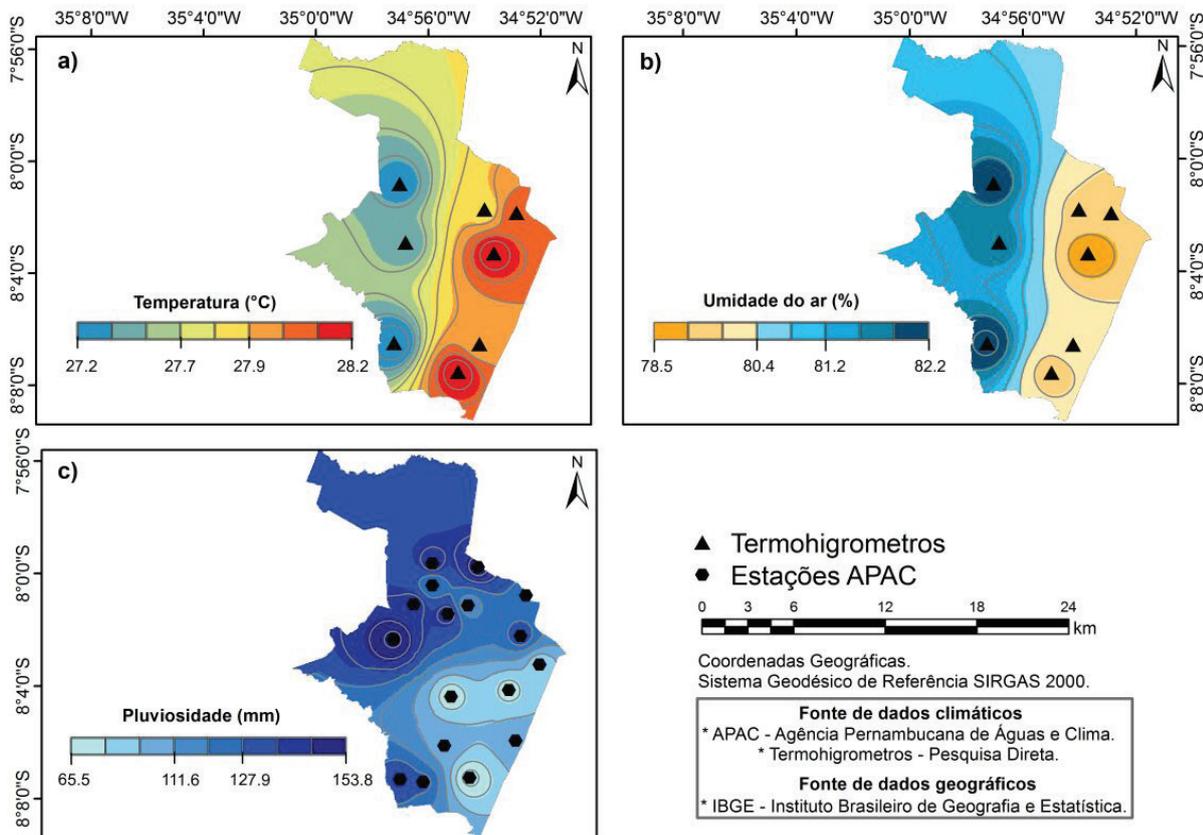
Fonte: Autores

Ao observarmos as médias dos dados registrados pelas estações dos termohigrômetros e os pluviômetros da APAC, podemos observar um padrão climático para o mês. As estações que registraram as maiores temperaturas e que se localizam em áreas de construções densas e verticais também apresentaram menores totais pluviométricos e menores médias de umidade relativa do ar, como pode observar na Figura 10.

As estações localizadas em situações geoambientais mais propícias ao conforto térmico se mostraram também as mais chuvosas, o acumulado no pluviômetro próximo ao termohigrômetro do Barro foi de 130,4 mm, já o acumulado no pluviômetro próximo ao termohigrômetro em Boa Viagem foi de 95,9 mm.

Os valores de temperatura e umidade relativa do ar influenciam diretamente no conforto térmico, e a partir da distribuição dos elementos climáticos o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) revelou um padrão também próximo ao que se foi revelado nas médias. A Figura 11 mostra a espacialização do ITU no Recife durante o período da manhã, após o nascimento do sol e antes do meio dia, o ITU calculado evidenciou índices isonômicos.

Figura 10 – Espacialização das componentes climáticas no Recife em a) Temperatura média ao longo do mês de janeiro; b) Umidade relativa do ar média para o mês de janeiro; c) Precipitação total ao longo mês de janeiro nas diversas estações da APAC

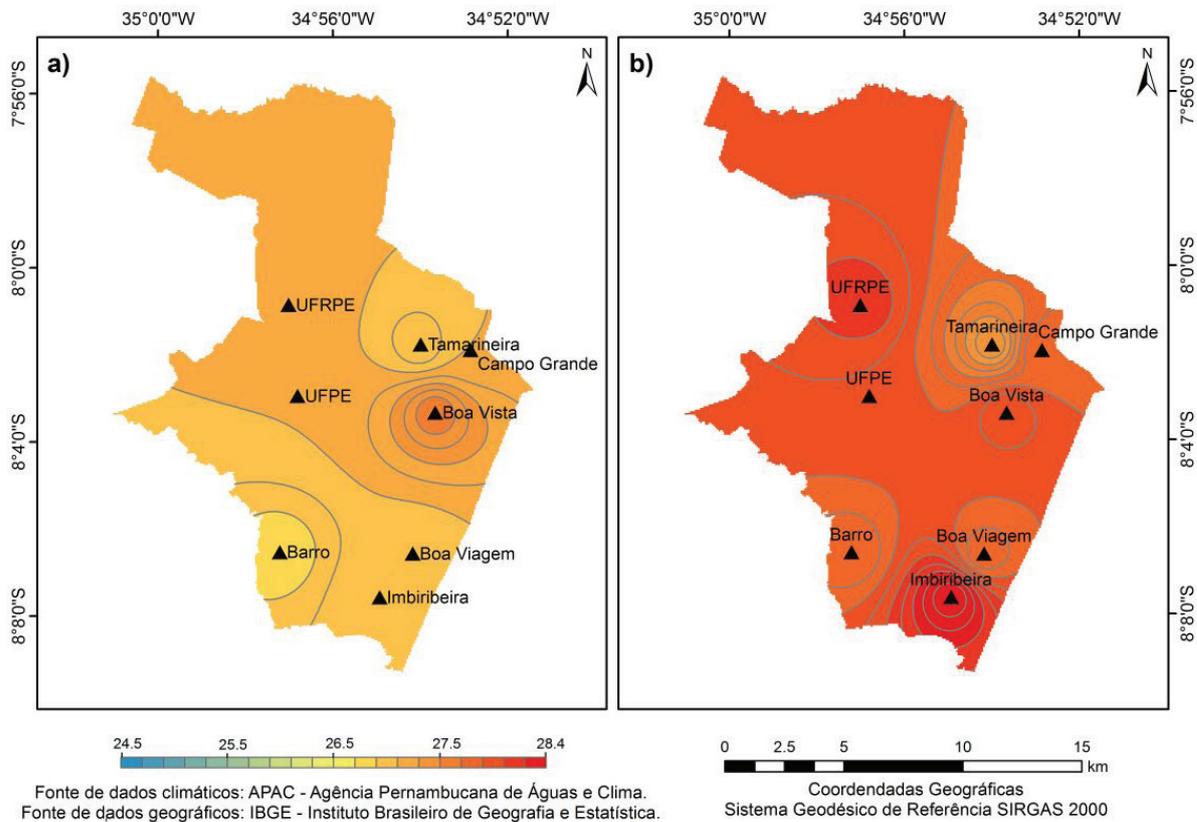


Fonte: Autores

As médias para o período da manhã se mostraram todas extremamente desconfortáveis em relação ao ITU, a menor média registrada foi de 26,6 na estação do Barro, com a maior registrada na Boa Vista, de 27,4 (Figura 11). As demais estações apresentaram valores próximos. Em dias chuvosos as médias do ITU caem em todas as estações, mas em sua grande maioria ainda se mantêm médias dentro do índice de extremamente desconfortável. No dia 9 as estações do BARRO e UFRPE apresentaram valores levemente desconfortáveis (25,9 e 26), a estação da UFPE aparece no limiar para extremamente desconfortável com 26,1.

No período da tarde os valores de ITU se elevam com destaque à estação da Imbiribeira, com média de 28,4. Todos os valores se encontram acima do extremamente desconfortável em média. No dia 09, de maior precipitação, duas estações se destacaram como confortáveis no período da tarde, UFPE (24) e UFRPE (23,9). As demais estações apresentaram valores levemente desconfortáveis.

Figura 11 – Índices de temperatura e umidade médios para os períodos da manhã (a) e tarde (b) durante o mês de janeiro de 2016

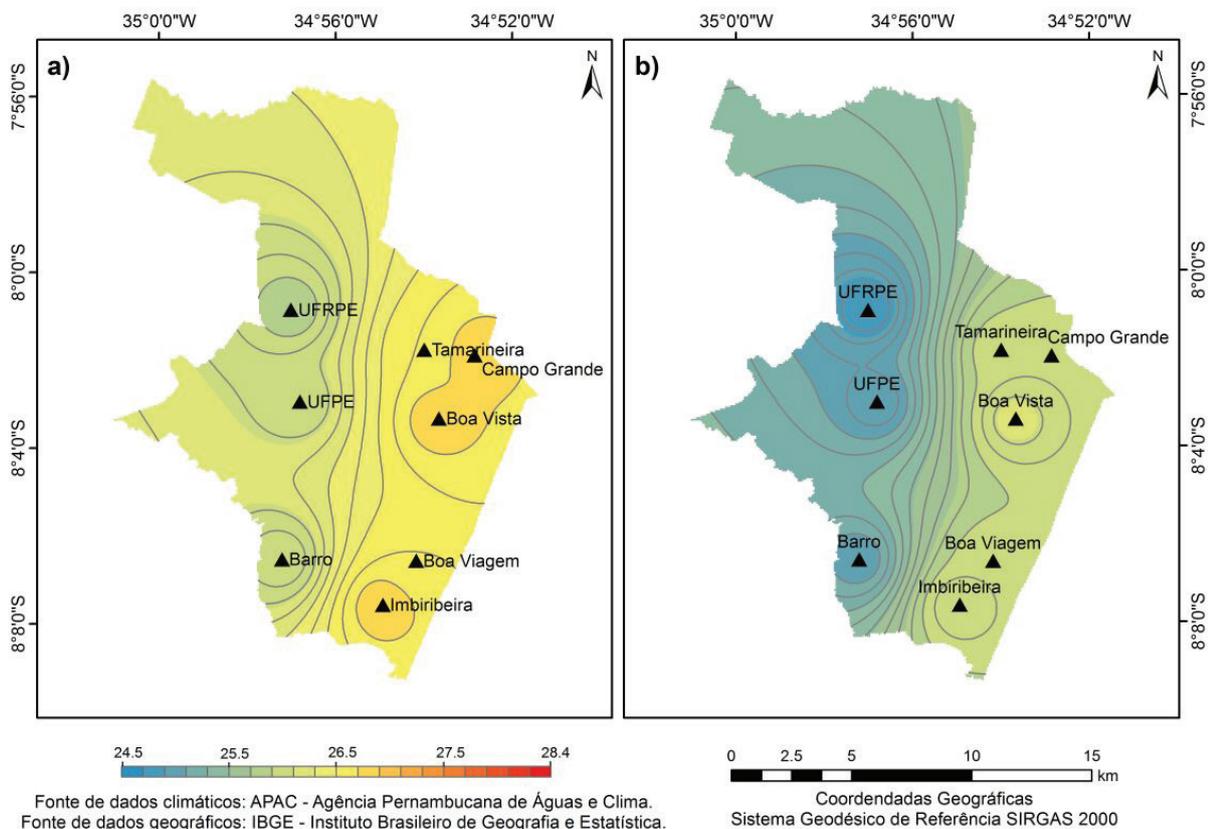


Fonte: Autores

Os valores se modificaram nas médias para o período da noite (Figura 12). As estações localizadas em áreas densamente urbanizadas apresentaram ITU extremamente desconfortáveis. As estações UFPE (25,8), UFRPE (25,7) e Barro (25,7) apresentaram valores levemente desconfortáveis.

Na madrugada todos os índices apresentaram menores valores, porém, as áreas densamente urbanizadas apresentaram médias levemente desconfortáveis, enquanto as estações UFPE, UFRPE e Barro apresentaram médias confortáveis. A estação da Boa Vista se destaca no período da madrugada, com média de 26, bastante próxima de uma média extremamente desconfortável.

Figura 12 – Índices de temperatura e umidade médios para os períodos da noite (a) e madrugada (b) durante os meses de janeiro de 2016



Fonte: Autores

CONCLUSÕES

Os sistemas climáticos se mostraram grandes condicionantes das temperaturas e do conforto térmico na cidade do Recife. A precipitação provocada pelo VCAN modificou por diversas vezes a configuração do clima urbano e o índice de temperatura e umidade tornando as áreas menos desconfortáveis.

As áreas no setor leste da cidade se mostraram mais desconfortáveis que o setor oeste, o resultado é facilmente atribuído a configuração urbana dos diversos sítios estudados. As estações da Boa Vista e Imbiribeira se destacaram como áreas de desconforto térmico intenso e contínuo.

As temperaturas variam de acordo com os períodos, tornando as áreas com urbanização menos densa, maior quantidade de vegetação e menor fluxo de pessoas mais confortáveis durante a noite e a madrugada. Durante os dias essas áreas se apresentam com índices próximos das áreas de configuração urbana adensada. É a morfologia urbana que faz com que os índices nas áreas à leste se mantenham desconfortáveis até nas horas mais frias do dia.

O setor leste da cidade, além de mais desconfortável, se mostrou menos úmido e menos chuvoso que o setor oeste. Ainda não há como saber se esse padrão se repete nos outros meses ou se é característico do espaço recifense, mas outros estudos deverão ser desenvolvidos para investigar esse fenômeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA JÚNIOR, N. L. **Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica**. Dissertação. (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, 2005. 109 p.
- AMORIM, M. C. C. T. Clima urbano: Estrutura térmica e ilhas de calor. In: AMORIM, M. C. T. et al. (Orgs.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. São Paulo: Outras Expressões, 2013. 274 p.
- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). 2016. **Monitoramento pluviométrico, 2016**. Disponível em:<<http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/>> Acesso em: 22 jul. 2016.
- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e Cidade: a abordagem climática como subsídios**. Maceió: EdUFAL, 2007, 2007. 154 p.
- BRANDÃO, A. M. p. M. O Clima Urbano na Cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima Urbano**. 2. ed. Contexto, 192 p. 2011.
- EMMANUEL, R. M. **Na Urban Approach to Climate- Sensitive design: Strategies for the Tropics**. 1º Ed. USA, Spon Press, 161p, 2005.
- GOMES, E. T. A. **Recortes de paisagens na cidade do Recife: uma abordagem geográfica**. – Recife: Fundação Joaquim Nabuco. Massangana, 2007. 356 p., il.
- HOLMER, Björn; THORSSON, Sofia. Intra-urban nocturnal cooling – a comparison of high-latitude Göteborg, Sweden and tropical Ouagadougou, Burkina Faso. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 20., Yokohama, Japan. 29 June-3 July 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo 2010. Disponível em:<<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET) Normais climatológicas. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- JOLLANDS, N.; RUTH, M. C.; BERNIER, G. The climate's long-term impact on New Zealand infrastructure (CLINZI) Project A- case study of Hamilton City, New Zealand. **Journal of Environmental Management**, v. 83, Issue 4, pp. 460-477, 2007.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.
- MONTEIRO, C. A. de F. **Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1971. 21 p. (Série Climatologia n. 1).
- _____.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2. ed. Contexto, 2011. 192 p.

NÓBREGA, Ranyére Silva; LEMOS, Thiago Verçosa da Silva. O microclima e o (des) conforto térmico em ambientes abertos na cidade do Recife. **Revista de Geografia** (UFPE), v. 28, n. 1, 2011.

OFFERLE, B. et al. Intraurban differences of surface energy fluxes in a central european city. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 45, pp.125-136, 2006.

OGASHAWARA, Igor. Análise rítmica e a climatologia geográfica Brasileira. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, Barra do Garças (MT), v.2, n. 2, pp. 57-72, 2012.

TAHA, H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and Buildings**, n. 25, pp. 99-103, 1997.

XAVIER, T.M.B.S. **A Técnica dos *quantis* e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras**. Brasília: Thesaurus, 2002. 143p.

Recebido para publicação em Agosto de 2017
Aceito para publicação em Dezembro de 2017