ENTRELUGAR

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da **UFGD**

ANO 8 | número 16 | 2017

Edição Especial

Climatologia Geográfica

Cidade de Dourados-MS.

''poeirão de inverno" de 2017





UFGD editora

ISSN 2176-9559

ENTRE-LUGAR

v. 8, n. 16

UNIVERSIDADE FEDERAL
DA GRANDE DOURADOS
Coordenadoria Editorial

Revista Semestral do Programa de Pós-Graduação em Geografia
da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Dourados, v. 8, n.16, 2017.

COMISSÃO CIENTÍFICA DA REVISTA ENTRE-LUGAR

Aldomar Arnaldo Rückert (UFRGS), Adáuto de Oliveira Souza (UFGD), Ana Fani Alessandri Carlos (USP/CNPq), Antonio Thomaz Junior (Unesp – Presidente Prudente), Arlete Moysés Rodrigues (Unicamp), Cássio Eduardo Viana Hissa (UFMG), Carlos Espíndola (UFSC), Celene Cunha Monteiro A. Barreira (UFG – Goiânia), Charlei Aparecido da Silva(UFGD), Dirce Maria Antunes Suertergaray (UFRGS), Douglas Santos (PUC), Edvaldo César Moretti (UFGD), Flaviana Gasparotti Nunes(UFGD), Francisco de Assis Mendonça (UFPR/ANPEGE), Francisco Sergio Ladeira (Unicamp), João Edmilson Fabrini (Unioeste – Rondon), Lia Osório Machado (UFRJ), Lisandra Pereira Lamoso (UFGD), Marcelino Andrade Gonçalves (UFMS), Márcio Cataia (Unicamp), Márcio Pinon de Oliveira (UFF), Márcia Yukari Mizusaki (UFGD), Márcio Rogério Silveira (Unesp – Ourinhos), Marcos Aurélio Saquet (Unioeste – Beltrão), Margareth Cristiane Trindade da Costa Amorim (UNESP), Maria José Martinelli Silva Calixto (UFGD), Rogério Haesbaert da Costa (UFF/CNPq), Silvana de Abreu (UFGD), Silvio Carlos Rodrigues (UFU/CNPq (CA)), Tereza Cristina Cardoso de Souza Higa (UFMT), Wenceslao Machado de Oliveira Junior (Unicamp)

COMISSÃO INTERNACIONAL

Adriano Rovira (Instituto de Geociências Universidad Austral de Chile), Fabrício Vázquez (Universidade Nacional Asuncion – Paraguai), José Omar Moncada Maya (Universidad Nacional Autônoma do México (UNAN)), Maria Laura Silveira(Conicet- Instituto de Geografía, Universidad de Buenos Aires), Massimo Quaini (Unige/Itália), Xosé Manuel Santos Solla (USC/Espanha)

Entre-Lugar: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFGD / Universidade Federal da Grande Dourados (v. 8, n.16, 2017)-. Dourados, MS : UFGD, 2017-.

Semestral

ENTRE-LUGAR

v. 8, n. 16

UNIVERSIDADE FEDERAL
DA GRANDE DOURADOS
Coordenadoria Editorial

Revista Semestral do Programa de Pós-Graduação em Geografia
da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD
Dourados, v. 8, n.16, 2017.

ENTRELUGAR

Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFGD

ANO 8 | número 16 | 2017

Edição Especial

Climatologia Geográ

Cidade de Dourados-MS:

"porção de inverno" de 201

SUMÁRIO

EDITORIAL 7

CONFORTO TÉRMICO E DIFERENTES TIPOS DE TEMPO METEOROLÓGICO NA CIDADE DO RECIFE (PE) 12

Pedro Felipe Cavalcanti dos Santos, Ayobami Badiru Moreira, Caio Américo Pereira de Almeida, Ranyére Silva Nóbrega

ILHAS DE CALOR EM TERESINA (PI): EPISÓDIOS DE VERÃO 32

Kleyson Campêlo de Araújo, Carlos Sait Pereira de Andrade

CLIMA URBANO SOB O OLHAR DAS PEQUENAS CIDADES: INFLUÊNCIA DOS FATORES GEOGRÁFICOS NAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS EM LAGOA FORMOSA (MG) 55

Francielle de Siqueira Castro, Rildo Aparecido Costa

ESTUDO DOS VENTOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE JUIZ DE FORA (MG): UM ENSAIO DA ESPACIALIZAÇÃO DE SEUS FLUXOS 86

Daiane Evangelista de Oliveira, Débora Couto de Assis, Franciele de Oliveira Pimentel, Cássia de Castro Martins Ferreira, Yan Carlos Gomes Vianna

O CLIMA URBANO COMO CONSTRUÇÃO SOCIAL NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO PERIFÉRICO DA ZONA LESTE DE SÃO PAULO 112

Fernando Rocha Reis, Emerson Galvani

METODOLOGIA PARA VALIDAÇÃO DE DADOS TRMM PARA UBERABA (MG) 131

Sérgio Roberto Araújo, Fabio de Oliveira Sanches, Ricardo Vicente Ferreira

TÉCNICA DE PESQUISA PARA MENSURAR A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO TOTAL EM SUSPENSÃO (MPTS) 142

Vladimir Aparecido dos Santos, Charlei Aparecido da Silva

ABRIGOS TERMO-HIGROMÉTRICOS DE POLICLORETO DE VINILA 164

Edson Soares Fialho, Edilson Junior Celestino

PROPOSTA DIDÁTICA COM ANIMAÇÃO DE CARTAS SINÓTICAS DE SUPERFÍCIE 189

Ercilia Torres Steinke, Valdir Adilson Steinke, Luis Alberto Martins Palhares de Melo

NEVE EFETIVA OU APENAS REFERÊNCIA? RELAÇÃO ENTRE NEVE E FLUXO TURÍSTICO A GRAMADO (RS) 206

Erika Collischonn, Cemila Pansera

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E O OLHAR GEOGRÁFICO: ESTUDO DE CASO DAS OCORRÊNCIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (SÃO PAULO) E IMPLICAÇÕES NA SOCIEDADE 227

Elder Bortolin, Emerson Galvani

RESENHA – *CLIMAT ET SANTÉ* 248

Rildo Aparecido Costa

EDITORIAL

O Programa de Pós-graduação em Geografia da UFGD publica seu segundo número do ano de 2017 da revista Entre-Lugar, com periodicidade semestral, a revista visa divulgar contribuições científicas da Geografia e áreas a fins, viabilizando e oportunizando a publicação científica. Este número, um número especial, com o tema ***Climatologia Geográfica***, é composto por onze artigos envolvendo dez instituições, representadas por laboratórios e grupos de pesquisa de diversas regiões do Brasil. São textos derivados de pesquisas e experiências das regiões Nordeste, IFPI e UFPE; Centro-Oeste, UFGD e UNB; Sudeste, UFV, UFJF, UFU- Ituiutaba, UFTM e USP; Sul, UFPel.

Essa edição especial, elaborada conjuntamente com a Associação Brasileira de Climatologia (ABClima – www.abclima.ggf.br), destaca-se por apresentar um dossiê com trabalhos de clima urbano, no total cinco; quatro abordando experiências no uso de técnicas, métodos e procedimentos de pesquisa, e, dois deles, com temas e objetivos pouco abordados na ***Climatologia Geográfica***. A riqueza dessa edição está na apresentação de conceitos e práticas consagradas e no uso de novas técnicas, equipamentos e métodos; na articulação de escalas e na apresentação de novas temáticas. Os textos representam um pequeno fragmento da produção atual da ***Climatologia Geográfica***, demonstra a diversidade dos estudos que estão sendo produzidos e o quanto ainda temos por fazer e contribuir.

Os dois primeiros artigos que abrem essa edição tratam do clima urbano de duas cidades, duas capitais do nordeste brasileiro, todavia, com climas muito diferentes entre si, uma litorânea e a outra localizada no interior do continente – neles o elemento central da análise é a temperatura. O primeiro "*Conforto térmico e diferentes tipos de tempo meteorológico na cidade do Recife (PE)*" demonstra a importância da estrutura urbana da definição do conforto e desconforto térmico, faz uso da técnica de análise rítmica, associa tipos de tempo aos resultados da variação da temperatura no âmbito da cidade, evidenciando assim as varrições térmicas de Recife. Ao leitor mais atento ficará claro à aproximação de linguagens advindas da Meteorologia e da Geografia, nesse caso a Climatologia Geográfica.

"*Ilhas de calor em Teresina (PI): episódio de verão*" o segundo artigo visa mapear as ilhas de calor da terra natal do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, de fato sua obra Sistema Clima Urbano é norteadora da execução da pesquisa. Chama a atenção a articulação das escalas têmporo-espacial, o uso da técnica de transecto móveis para o registro da temperatura do ar e a espacialização dos dados e das informações. A geração de cartas de isotermas e isoígras, a metodologia usada de certo ajudará no desenvolvimento de outras pesquisas, e, também, na compreensão do clima urbano das cidades continentais do Nordeste.

O terceiro texto, "*Clima urbano sob o olhar das pequenas cidades: influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG)*", também faz uso do Sistema Clima Urbano e da técnica de transecto móveis em concomitância com pontos fixos a fim de aferir a temperatura e a umidade relativa do ar, isso visando identificar as característica

do campo térmico e higrométrico na escala diária/horária e suas relações diretas e indiretas com os fatores geoecológicos e de estrutura citadina. O resultado é um texto que prima por demonstrar com clareza a metodologia. Os resultados alcançados certamente tendem a contribuir com os estudos de clima urbano de cidades pequenas e médias cujos climas são controlados pela continentalidade.

Estudos sobre os impactos dos ventos nas cidades brasileiras são raros e poucos são os estudos de clima urbano na Geografia que se preocupam com essa temática. Por essa razão o artigo "*Estudo dos ventos na área central da cidade de Juiz de Fora (MG): um ensaio da espacialização de seus fluxos*" apresenta-se como de grande importância. O estudo correlaciona características do sítio urbano, gradientes barométricos com a direção e a intensidade do vento na cidade. A metodologia utilizada e proposta de espacialização dos dados e das informações servem de inspiração para realização de pesquisas em outras áreas do pais.

"*O clima urbano como construção social no contexto da produção do espaço urbano periférico da Zona Leste de São Paulo*" é um ensaio muito profícuo no qual o clima urbano é visto e explorado por uma perspectiva que tangencia a produção do espaço urbano, trazendo para discussão as contradições e as desigualdades da cidade, de parte da metrópole paulistana. Aqui o foco é discutir a produção do espaço urbano e suas influências nos microclimas.

O sexto artigo abre o conjunto de textos do dossiê sobre metodologias, técnicas e procedimentos. *"Metodologia para validação de dados TRMM para Uberaba-MG"*, faz uso da estatística descritiva e da modelagem como elementos centrais. Ao demonstrar as possibilidades e a potencialidade do uso dos dados do satélite TRMM, correlacionados com séries temporais, têm-se a possibilidade da ampliação dos estudos cujo foco venham a ser a variabilidade e o regime das chuvas.

Em seguida é apresentado o artigo "*Técnica de pesquisa para mensurar a poluição atmosférica por material particulado total em suspensão (MPTS)*", uma proposta que visa contribuir com estudos de clima urbano cuja preocupação reside no canal físico-químico. A técnica apresentada objetiva mensurar a poluição do ar das cidades tendo como parâmetro a quantidade de material particulado presente em suspensão, correlacionando os resultados com as características da cidade e sua dinâmica. O artigo corrobora para construção de equipamentos de baixo custo, isso a fim de abrir possibilidades de pesquisas. Da mesma maneira o artigo "*Abrigos termo-higrométricos de policloreto de vinila*" corrobora com a ideia de bricolagem, nele verifica-se parâmetros claros para construção de abrigos termo-higrométricos de baixo custo. É certo que a contribuição posta se soma a outras existentes na literatura, mas, a contribuição maior reside nos testes realizados para averiguação da qualidade dos dados coletados.

O nono artigo *"Proposta didática com animação de cartas sinóticas de superfície"* é outra daquelas ricas experiências que estão sendo desenvolvidas nos laboratórios de ensino e pesquisa de ***Climatologia Geográfica***. Nele é apresentado e discutido a elaboração de um *software* de animação de cartas sinóticas de superfície, um instrumento dos mais interessantes que visa auxiliar o ensino de leitura e compreensão de cartas sinóticas, tornando-a a atividade interativa, mas, também se coloca como uma ferramenta no auxílio de pesquisas cuja temática

fazem uso de séries diárias e horárias, aquelas que possuem uma grande quantidade de cartas sinóticas – de fato um instrumento interessante para elaboração de banco de dados.

Esse número especial fecha-se com "*Neve efetiva ou apenas referência? relação entre neve e fluxo turístico a Gramado/RS*" e "*Descargas atmosféricas e o olhar geográfico: estudo de caso das ocorrências na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (São Paulo) e implicações na sociedade*" – o décimo e o décimo primeiro artigos. Neles são tratados temas que carecem muito de estudos no Brasil, pouquíssimos são os trabalhos sobre *neve e turismo* ou mesmo *clima e turismo,* o mesmo ocorre com os *impactos de descargas elétricas* na sociedade. A leitura desses dois artigos leva naturalmente a desmitificação de "*coisas do senso comum"* que estão atreladas a esses fenômenos, a ocorrência de neve e a ocorrência de descargas elétricas, ambos em um país tropical com dimensão continental.

Essa edição conta com a resenha do livro "*Climat et Santé*" escrito pelo professor *Jean-Pierre Besancenot*, publicado em 2001 e não traduzido para o português até o presente momento. A obra é considerada uma das mais bem elaboradas sobre a influência do clima na saúde humana.

Como editor agradeço aos pesquisadores que aceitaram o convite e enviaram suas contribuições, ao mesmo tempo, estendo esses votos aos consultores *ad hoc* que efetuaram os pareceres desse número, um trabalho invisível, silencioso e essencial para que as revistas científicas existam, ainda mais no Brasil cujo trabalho é voluntário e requer horas de dedicação concomitante à realização de outras tarefas. Esse número especial da ***Climatologia Geográfica***, esse dossiê, foi possível graças a esses esforços.

Agradeço a editora da UFGD, aqui representada pelo colega *Givaldo*, o qual sempre nos atendeu prontamente, ajudou toda a equipe no desafio de compreender e dominar a plataforma *OJS* nos últimos meses. Nos encaminhamentos necessários para editorar e publicar esse número da Revista Entre-Lugar.

Termino esse editorial agradecendo o empenho dos pós-graduandos do PPGG-UFGD vinculados ao Laboratório de Geografia Física (www.lgf.ggf.br), Bruno de Souza Lima e Patrícia Cristina Statella Martins, sem o trabalho efetivo e compromissado de ambos não seria possível a publicação dessa edição. Que as palavras do poeta sejam a nossa inspiração, agora e no futuro:

> *"……*
> *No meio do caminho tinha uma pedra.*
> *Nunca me esquecerei desse acontecimento*
> *Na vida de minhas retinas tão fatigadas.*
> *Nunca me esquecerei que no meio do caminho*
> *Tinha uma pedra*
> *……"*
> Trecho do poema "*No meio do caminho"* de
> Carlos Drummond de Andrade (1902-1987)

As pedras sempre existiram. Os desafios sempre existirão. O importante é aquilo que conseguimos realizar, construir, com as pedras e os desafios.

Uma boa leitura a todos!

Charlei Aparecido da Silva
Editor - Dourados (MS)

Fabio de Oliveira Sanches
Presidente da ABClima
Editor Convidado

Patrícia Cristina Statella Martins
Secretária Executiva

Outono de 2018

ENTRELUGAR
Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFGD
ANO 8 | número 16 | 2017

ARTIGOS

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: TThe 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) an d 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 cuantis 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, enfocado 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 Ouagadougo 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.

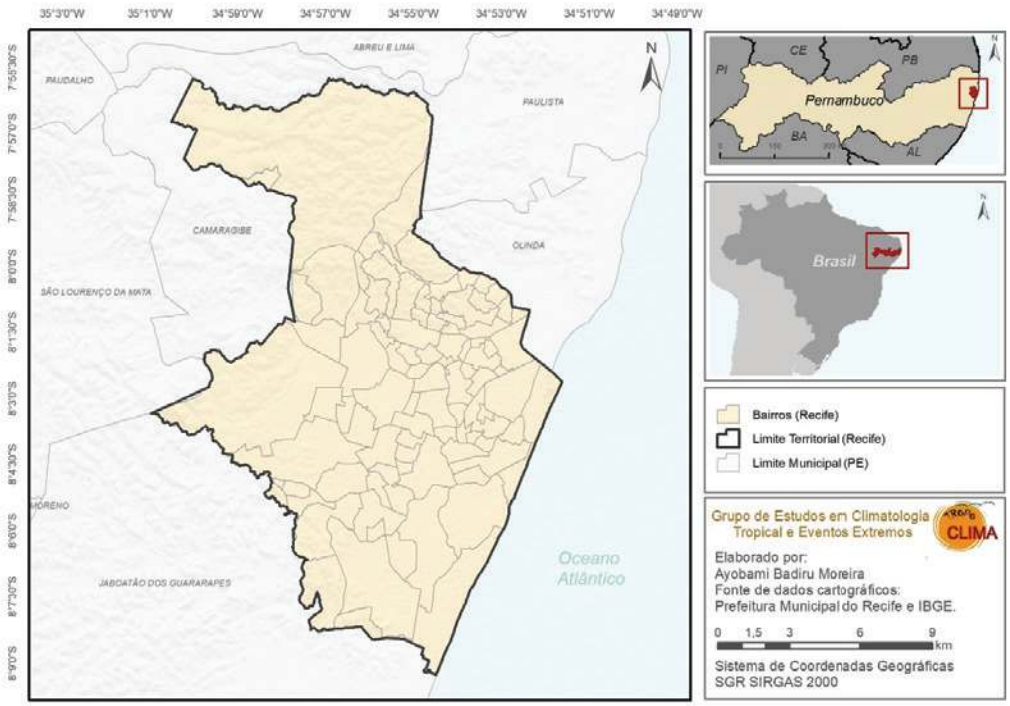
Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo o estudo do clima urbano da cidade do Recife e seus condicionantes, como a estrutura urbana e os sistemas atmosféricos atuantes, com foco na identificação espaço-temporal das áreas de maior e menor conforto térmico.

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)

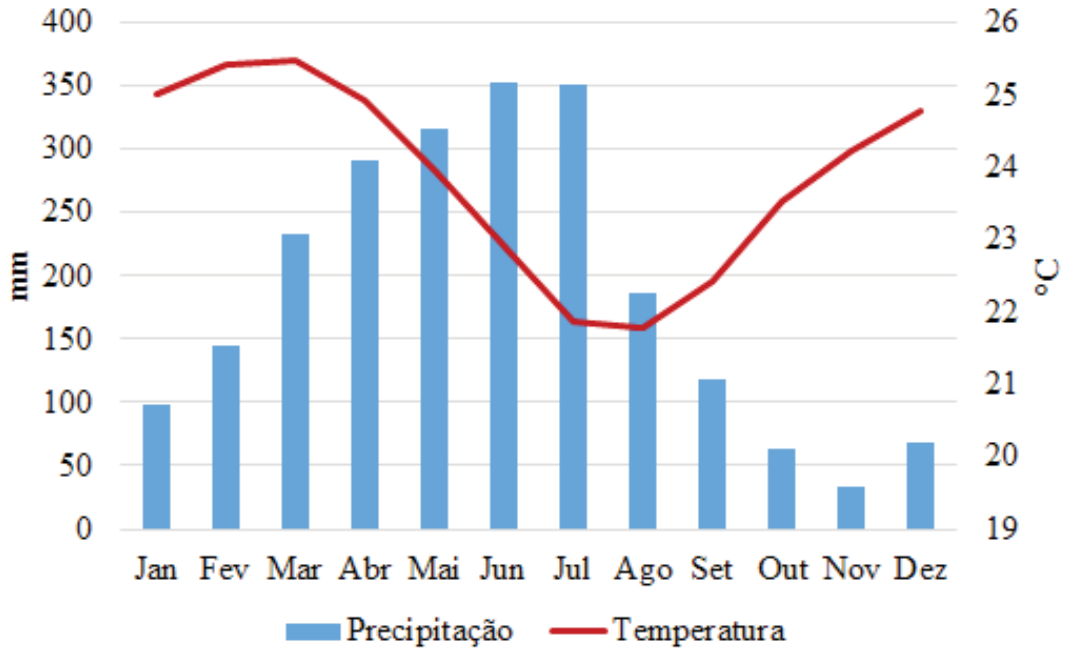


Fonte: os autores.

Em termos climáticas, possui temperaturas médias mensais em torno de 25ºC, amplitude térmica anual inferior a 5ºC, 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, disponinilizadas 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 ritmico (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 precicipitação 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):

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

Sendo P a probabilidade, X a precipitação acumulada para o mês de janeiro e Qp 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 verticalizas, 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 resultates 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.

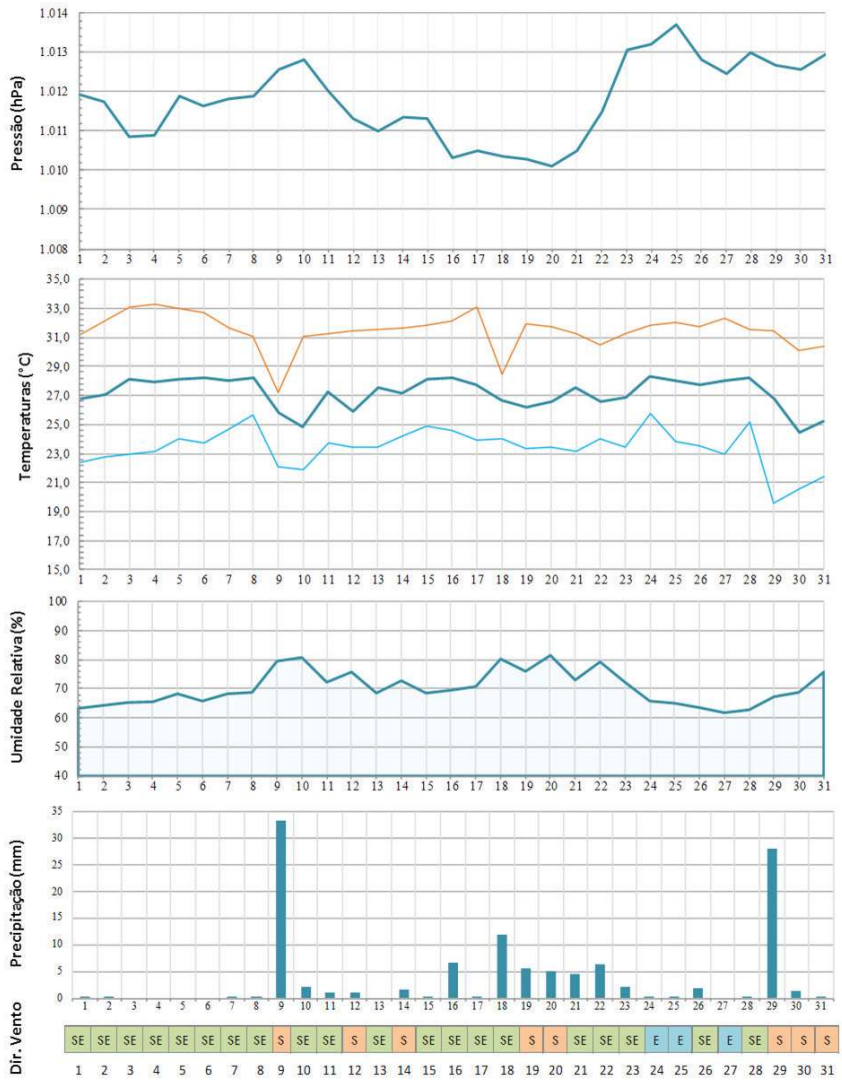
A formação de um VCAN no atlântico sul no sexto dia, e que perdurou no atlântico por todo o mês, e sua aproximação à costa oriental do NEB a partir do sétimo dia em conjunção com a aproximação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT contribuíram, para os valores elevados e também para a presença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

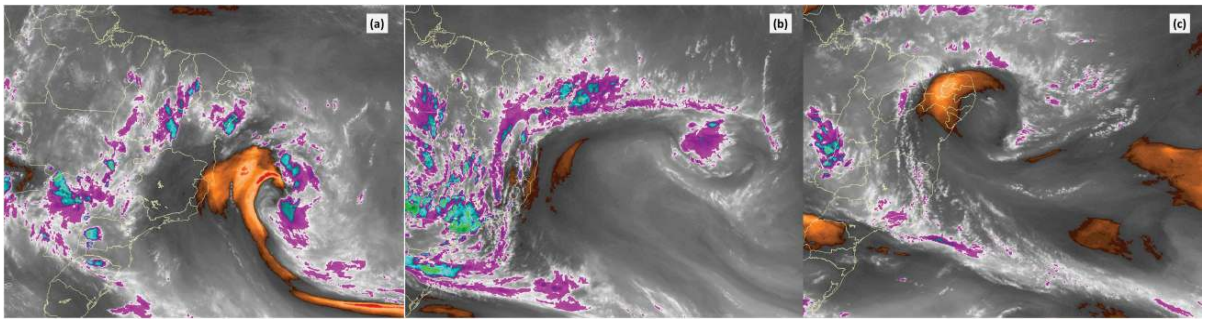
No Quadro 1, a linha amarela e a linha vermelha sobre o gráfico de precipitação da Figura 3 representam os limiares dos *quantis* $Q_{0,85}$ e $Q_{0,95}$: 5,92mm e 16,82mm respectivamente.

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



Fonte: autores.

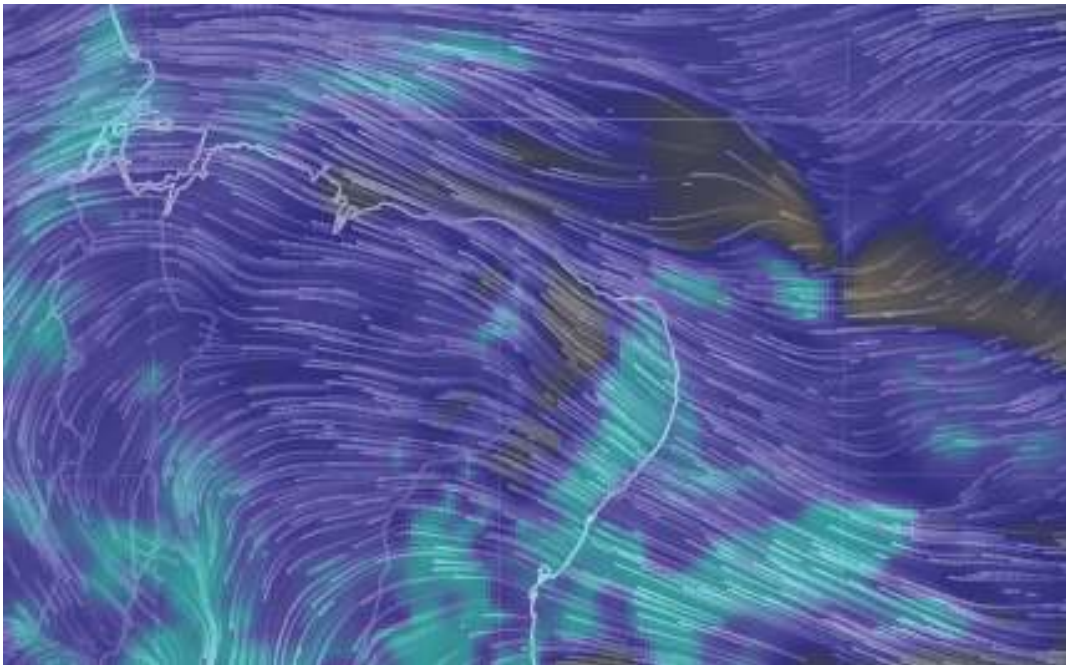
Figura 4 – Imagens de satélite (composição Meteosat-13 + Goes-10) dos dias 06, 09 e 29 de janeiro de 2016 apresentados em (a), (b) e (c) respectivamente



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* Q0,85 e Q0,95, 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

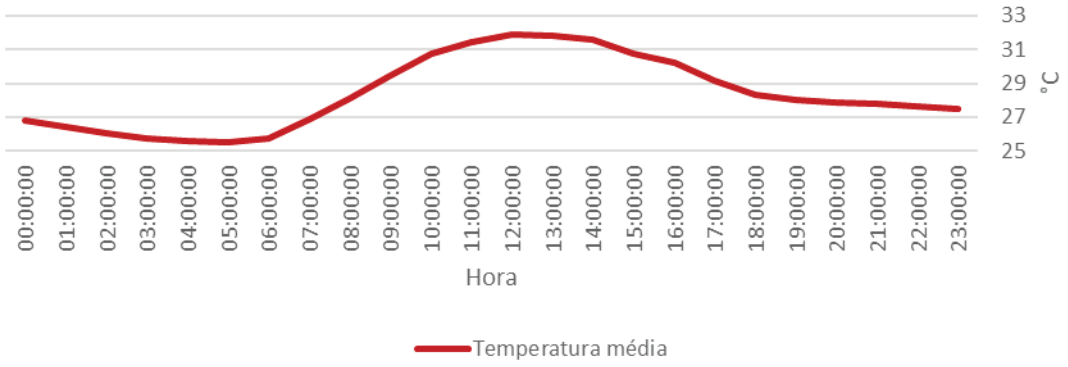
Fonte: Autores

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 quantís. 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

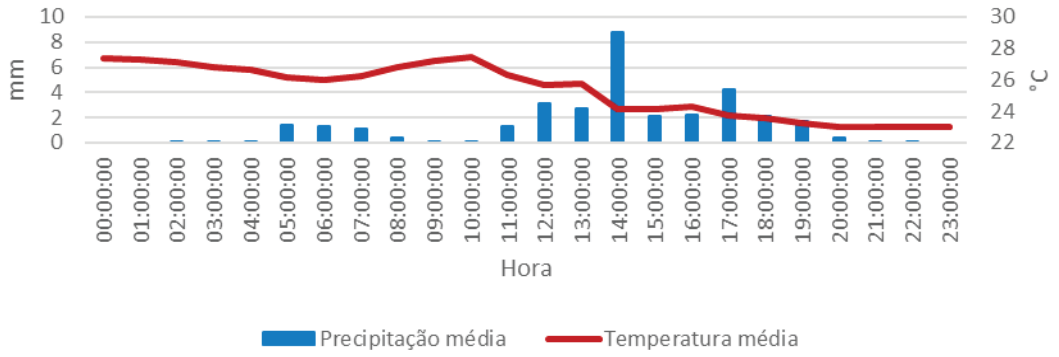


Fonte: Autores

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).

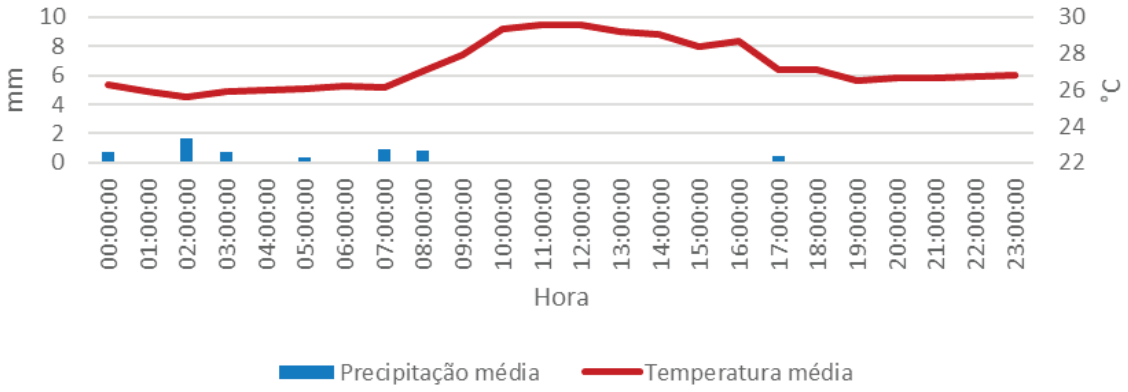
A temperatura média registrada pelos termohigrômetros espalhados entre as diferentes paisagens nos mostra que a chuva é um importante condicionante nas temperaturas do Recife, os dias com pouca ou nenhuma precipitação apresentaram médias bastante próximas. Dias que apresentaram chuvas fortes, como os 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

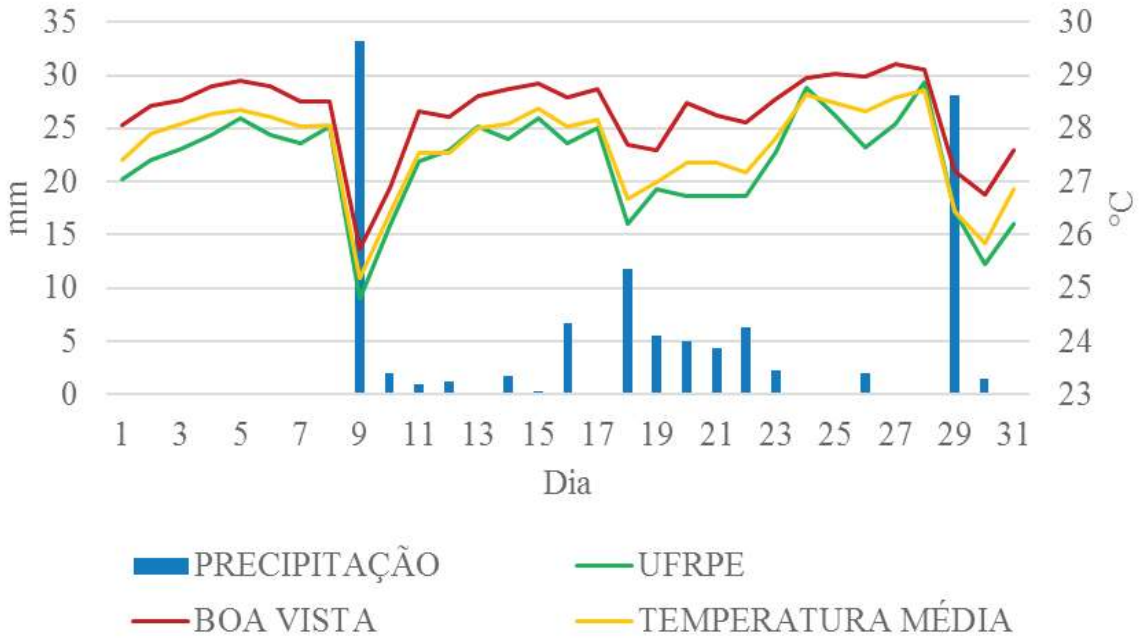
Figura 8 – Temperatura média do ar das oito estações e de coletas de dados e precipitação média nas estações pluviométricas da APAC, dia 22 de janeiro de 2016



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



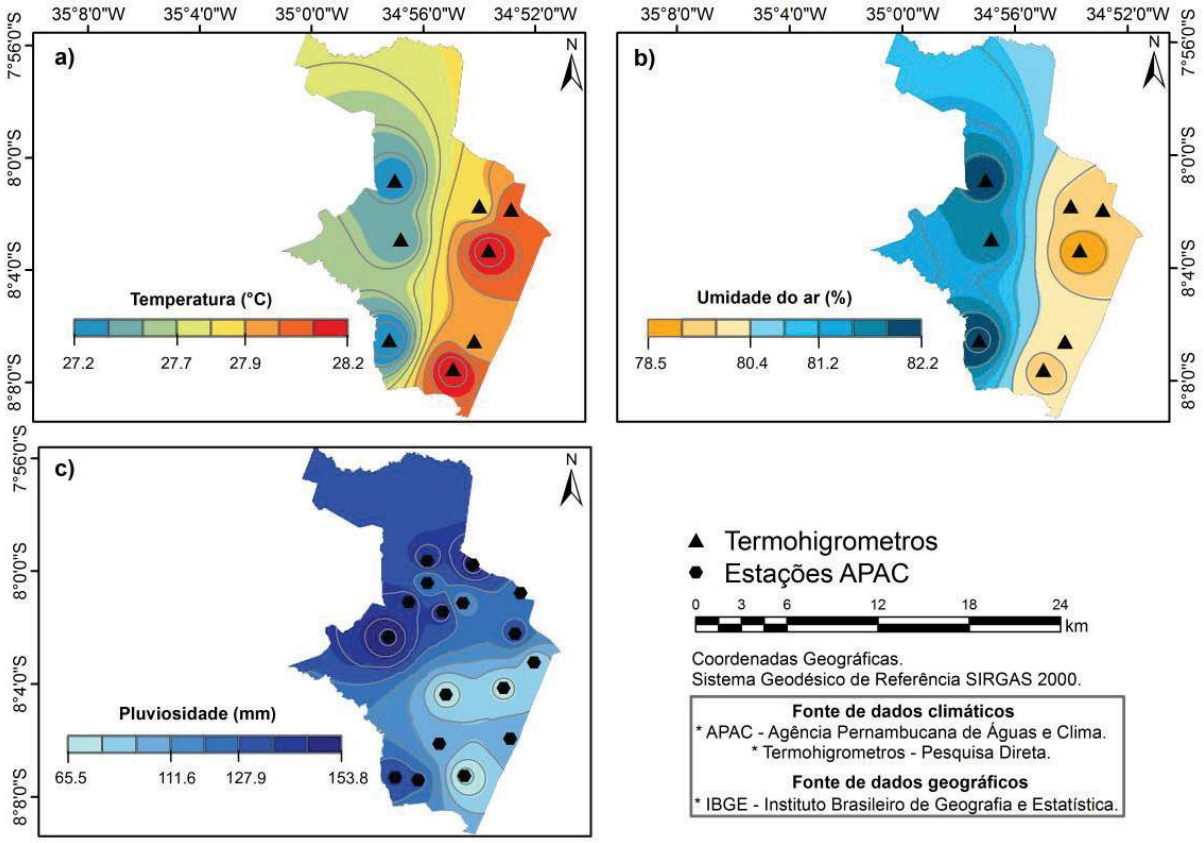
Fonte: Autores

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

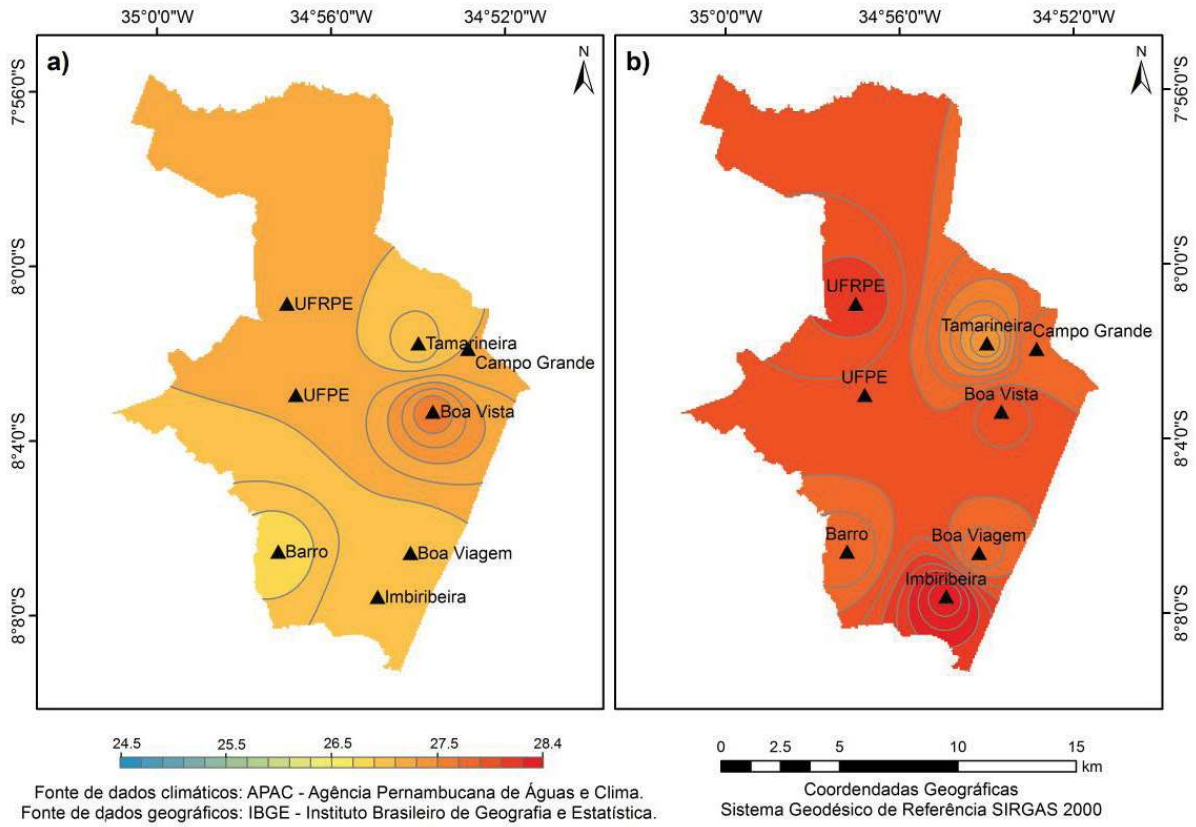


Fonte: Autores

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

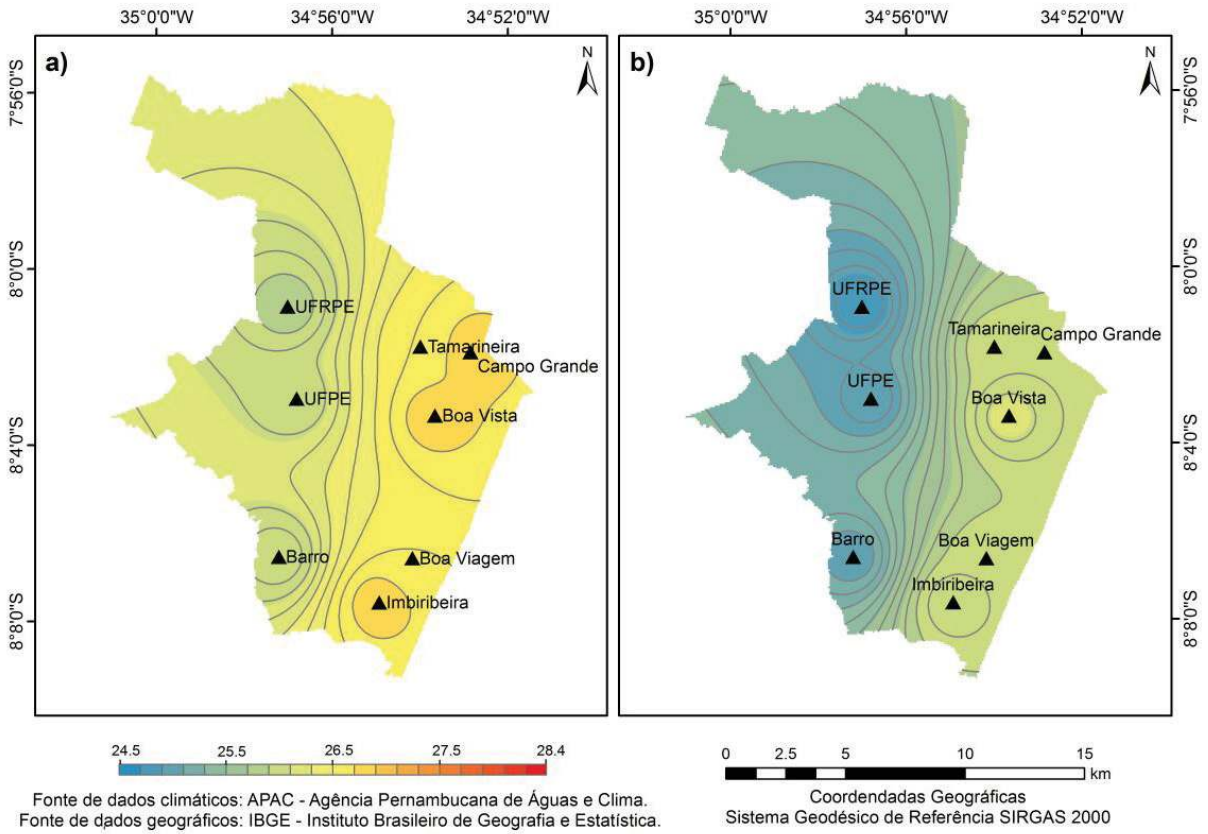


Fonte: Autores

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 Ouagadougo, 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 diferrences 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 anthropogenicheat. **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

ILHAS DE CALOR EM TERESINA-PI: EPISÓDIOS DE VERÃO

HEAT ISLANDS IN TERESINA-PI: SUMMER EPISODES

LAS ISLAS DE CALOR EN TERESINA-PI: EPISODIOS DE VERANO

Kleyson Campêlo de Araújo
Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Piauí
kleysoncampelo@hotmail.com

Carlos Sait Pereira de Andrade
Professor adjunto da Universidade Federal do Piauí
carlossait@hotmail.com

Resumo: Mapear ilhas de calor em evidência na cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, constitui objetivo central deste trabalho. Utilizou-se transectos móveis combinados com pontos fixos para mensurações de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos. Essas mensurações foram realizadas nos dias 03, 05, 07, 10, 12 e 14 de março de 2013. Os dados obtidos resultaram na confecção de cartas de isotermas e isoígras através de um Sistema de Informação Geográfica, que permitiram identificar ilhas de calor em diversos pontos da cidade. Uma vez que uma discussão dessa natureza enseja a análise da dinâmica meteorológica regional à compreensão da atmosfera urbana nos episódios escolhidos, embasou-se em cartas sinóticas fornecidas pelo site da Marinha do Brasil e imagens coloridas do satélite Goes 12 e13 do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. A geometria urbana, a poluição de veículos automotores, os materiais de construção, os pequenos corpos hídricos, entre outros, são exemplificados como elementos do Sistema Clima Urbano teresinense capazes de compor realidades mesoclimáticas e microclimáticas singulares. Dia 03, por exemplo, formou-se célula e ilha de calor com amplitudes térmicas de 6 ºC e 4,1 ºC, respectivamente.

Palavras-chave: Ilhas de calor, clima urbano, Teresina-PI, transectos móveis e Sistema de Informação Geográfica.

Abstract: Mapping heat islands in evidence in the city of Teresina, capital of the state of Piauí, is the central objective of this work. Combined mobile transects with fixed points were used to measure air temperature, relative air humidity and wind velocity. These measurements were carried out on 03, 05, 07, 10, 12 and 14 March 2013. The data obtained resulted in the preparation of temperature and humidity maps through a Geographic Information System, which allowed the identification of heat islands in several Points of the city. Since a discussion of this nature provokes the analysis of the regional meteorological dynamics to

the understanding of the urban atmosphere in the chosen episodes, it was based on synoptic charts provided by the website of the Brazilian Navy and colored images of Goes 12 and 13 satellites of the Center of Weather Forecast and Climate Studies of the National Institute for Space Research. Urban geometry, automotive vehicle pollution, building materials, small water bodies, among others, are exemplified as elements of the *teresineses* Urban Climate System capable of composing unique mesoclimatic and microclimatic realities. On day 03, for example, the cell and heat island were formed with thermal amplitudes of 6 °C and 4.1 °C, respectively.

Keywords: Heat islands, urban climate, Teresina-PI, mobile transects and Geographic Information System.

Resumen: Mapear islas de calor en evidencia en la ciudad de Teresina, capital del estado de Piauí, es el objetivo central de este trabajo. Se utilizó transectos móviles combinados con puntos fijos para mediciones de la temperatura del aire, humedad relativa y velocidad de los vientos. Estas mediciones se realizaron en los días 03, 05, 07, 10, 12 y 14 de marzo de 2013. Los datos dieron como resultado la elaboración de cartas de isotermas e isoigras a través de un Sistema de Información Geográfica, que permitieron identificar las islas de calor en diversos puntos de la ciudad. Una vez que una discusión de esta naturaleza proporciona el análisis de la dinámica meteorológica regional para entender el ambiente urbano en los episodios elegidos, se basó en cartas sinópticas proveídas por el sitio de la Marina de Brasil e imágenes coloridas del satélite Goes 12 y 13 del Centro Previsión del Tiempo y Estudios climáticos del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales. La geometría urbana, la contaminación de los vehículos automotores, los materiales de construcción, pequeños cuerpos hídricos, entre otros, son ejemplificados como elementos del Sistema Climático Urbano de Teresina capaces de componer realidades mesoclimática y microclimáticas únicas. En el día 03, por ejemplo, célula y isla de calor se formaron con amplitudes termales de 4,1 ºC y 6 ºC, respectivamente.

Palabras-clave: las islas de calor, clima urbano, Teresina-PI, transectos móviles y Sistema de Información Geográfica.

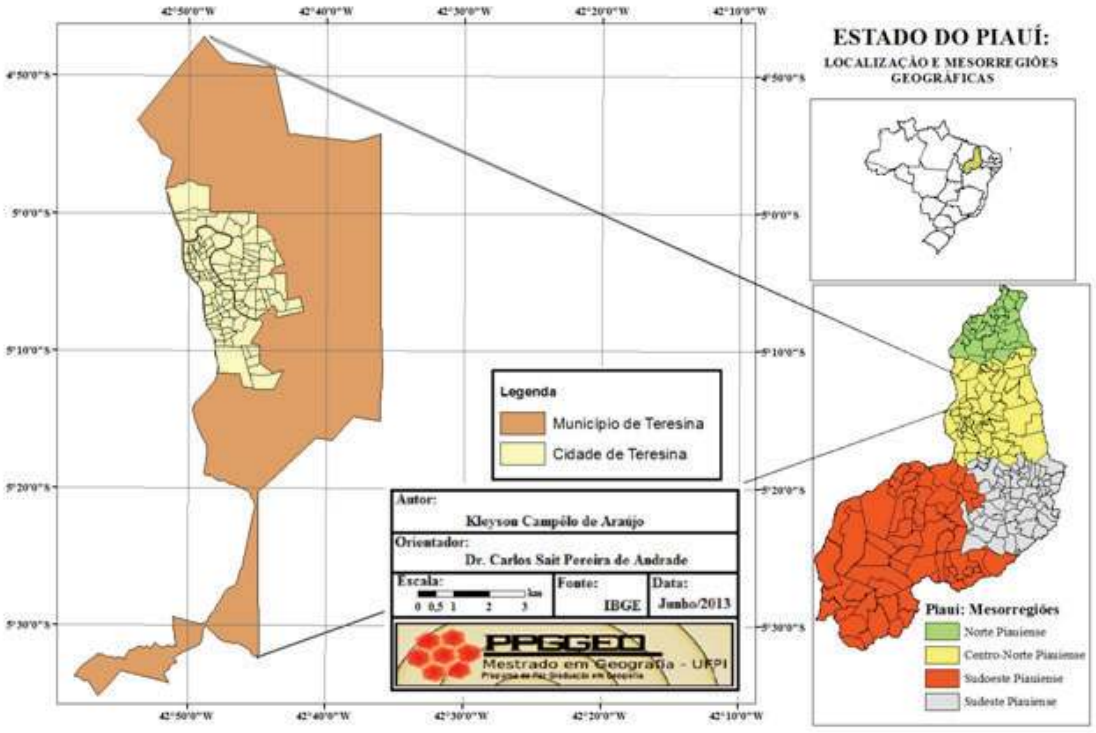
INTRODUÇÃO

O Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos lançou em 2013 o relatório "Estado das Cidades da América Latina e Caribe". Segundo esse relatório, a América Latina é a região mais urbanizada do mundo. Atualmente, quase 80 % da população dessa região vivem em cidades e calcula-se que até 2020, esse percentual chegará a 90 %. O processo de urbanização acelerado que acometeu a América Latina nas últimas décadas está associado à construção de novos complexos industriais e centros comerciais. O desenvolvimento econômico das cidades fomentou um intenso fluxo humano rural-urbano, onde as transformações espaciais são inerentes a esse processo. Infelizmente, a velocidade dessas transformações, associada à ausência de políticas públicas pautadas no desenvolvimento sustentável, têm sido marcadas pela deterioração do meio ambiente (HABITAT, 2013).

Teresina, capital do estado do Piauí e localizada na região Nordeste brasileira, segue o acelerado processo de urbanização da América Latina (Figura 1). O censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2010, revelou o Município de Teresina com uma taxa de urbanização superior à da América Latina e do Brasil. Segundo esse censo demográfico, a população absoluta municipal era de 814.230 habitantes e a taxa de urbanização de 94,2 %. O Brasil no mesmo ano possuía percentual de urbanização de 84,3%. O maior contingente populacional sobre o sítio resultou na expansão da urbe teresinense para além do traçado original, planejado em 1852 por Conselheiro Saraiva, então presidente da Província do Piauí.

Há diversos problemas ambientais condicionados por essa nova realidade espacial. As derivações climáticas são exemplos. Monteiro (1969), Branco (2001), Silveira (2007), Kallas (2008), Silva (2009), Andrade (2009), Feitosa (2010) e Albuquerque (2012) analisaram algumas derivações climáticas intraurbanas decorrentes desse mais acentuado processo de urbanização que acometeu a cidade teresinense nos últimos anos. Esses estudos confirmaram eficazmente o papel da verticalização, impermeabilização dos solos e de áreas verdes na composição de microclimas.Todavia, há carência de estudos holísticos que contemplem os canais de percepção humana do clima numa perspectiva mesoclimática e geográfica, pois esses autores são, em maioria, arquitetos.

Figura 1 – Mapa da Localização da cidade de Teresina



Fonte: Araújo, 2014.

Nesse contexto, esta pesquisa visa suprir essa lacuna. Trata-se de um estudo do clima da cidade de Teresina, fundado na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (2009) e Teoria e Clima Urbano de Monteiro (1976). Christofoletti (1979) escreve que os sistemas terrestres têm unidades ou elementos, relações, atributos, entrada (*input*) e saída (*output*). Os elementos constituem as partes que compõe o sistema, já as relações, a dependência interna que se expressam no fluxo, fruto das ligações entre as unidades. Os atributos são qualidades que se conferem aos elementos. Esses variam de acordo com comprimento, volume, composição e densidades dos fenômenos observados. Há entrada de energia e/ou matéria no sistema que, após percorrerem o seu interior, são encaminhados para fora.

O clima urbano é um desses sistemas. Dada a sua configuração, os elementos que o compõe são de natureza complexa, impossíveis de serem compreendidos em sua plenitude. Ainda assim, é possível ter informações do funcionamento do seu interior. Os Sistemas complexos são estudados pelos ruídos ou produtos gerados após percorrerem o interior do sistema. Os produtos originados fornecem informações do funcionamento do sistema. Monteiro (1976) propõe o estudo do clima urbano através de três canais perceptivos: conforto térmico (subsistema termodinâmico), qualidade do ar (subsistema físico-químico) e impacto meteórico (subsistema hidrometeórico).

O conforto térmico foi o canal de percepção escolhido neste trabalho para demonstrar as derivações antrópicas do clima teresinense e as ilhas de calor, os produtos. O principal objetivo, portanto, consiste em mapear ilhas de calor no espaço urbano teresinense. Entende-se ilha de calor como "uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas" (LOMBARDO, 1985, p. 24).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As cidades apresentam diferentes características e conjunturas arquitetônicas. O procedimento metodológico adotado deve ser capaz de contemplar a realidade investigada e suas singularidades. Amorim (2005a; 2005b; 2010), Lima (2011), Ugeda Jr. (2011) e Ortiz (2011) realizaram estudos de climatologia urbana embasados na Teoria Geral dos Sistemas e Teoria e Clima Urbano e embasam esta pesquisa.

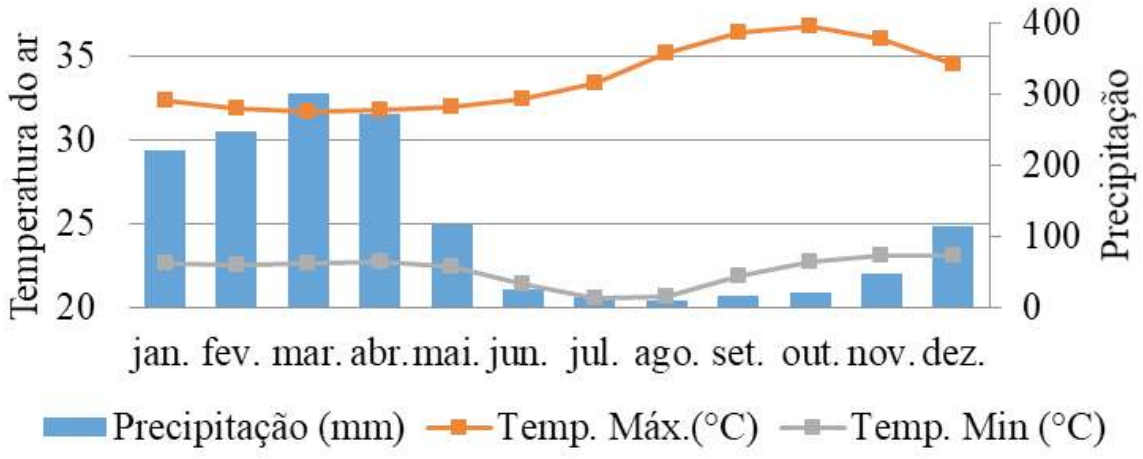
Há três pontos comuns nesses estudos: (1) o referencial teórico, já explicitado; (2) a nomeação de pontos de mensuração fixos e móveis. Distribuíram os pontos de mensuração de acordo com a realidade investigada. Normalmente, os pontos fixos de medidas climatológicas localizavam-se na zona rural no entorno da cidade. Transectos móveis atravessavam a cidade nas direções norte-sul e leste-oeste, mensurando temperatura do ar e umidade relativa do ar. Nos transectos, os autores fixaram uma haste de madeira na lateral de um automóvel e na ponta da haste prendiam o sensor do termo-higrômetro. Nomearam o percurso que seria realizado contemplando espaços urbanos com realidades diferentes como, por exemplo, maior e menor adensamento, verticalização, áreas comerciais e residenciais. O segmento era dividido em distâncias precisas com uso de um odômetro e as coordenadas geográficas de cada intervalo eram devidamente anotadas. Cada dado coletado nos intervalos do segmento era correlacionado com as coordenadas geográficas; (3)

utilizaram programas computacionais denominados de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para relacionar as medidas climatológicas às coordenadas geográficas. O resultado foram cartas de isotermas e isoígras.

As mensurações de temperatura do ar atmosférico, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, presentes neste trabalho, foram realizadas na cidade de Teresina no mês de março de 2013. Para a análise dos resultados foram elaboradas cartas de isotermas e isoígras por meio do Software ArcGIS 10.1 de domínio da empresa ISRI. A ideia é visualizar a variação da temperatura do ar atmosférico nos diferentes pontos da cidade, identificando amplitudes térmicas urbano-rurais e ilhas de calor. Com intuito de inserir a realidade pesquisada no contexto dos sistemas atmosféricos regionais, foram utilizadas cartas sinóticas disponíveis na página virtual da Marinha do Brasil e as imagens coloridas dos satélites Goes-12 e Goes-13 do Centro de Previsão do Tempo e Estudos climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

O clima da cidade de Teresina é do tipo trópico-equatorial, com seis meses secos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).O período chuvoso estende-se entre os meses de dezembro a maio e o seco de junho a novembro. A construção do climograma atendendo o parâmetro oficial mínimo de trinta anos evidenciou os meses de março e outubro como paradoxais do ponto de vista de normais climatológicas e conforto térmico (Gráfico 1). O mês de março é o mês de maior umidade relativa do ar e menores temperaturas do ar atmosférico. É também o mês mais chuvoso. Por outro lado, o mês de outubro apresenta as maiores temperaturas do ar e menor umidade relativa do ar, sendo o de menor índice pluviométrico. Com objetivo de demonstrar o comportamento climático da cidade de Teresina, optou-se por seis episódios no mês de março. O objetivo consiste, entre outras coisas, relacionar as características climáticas regionais à formação de ilhas de calor.

Gráfico1 – Teresina-PI: Clima tropical-equatorial (1977-2009)



Fonte: Araújo, 2014.

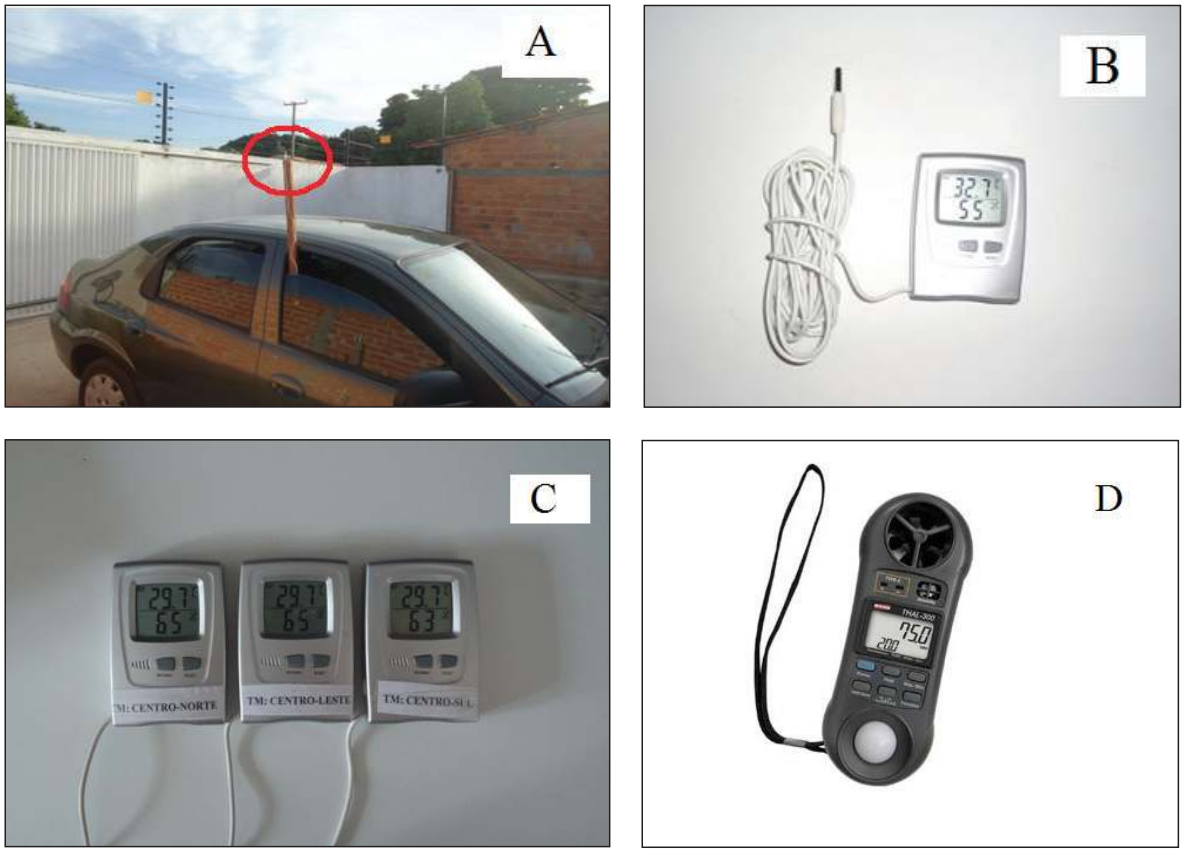
A escolha dos pontos de mensurações climatológicas foi alicerçada em análise cartográfica e reconhecimento *in loco*. A carta topográfica DSG do município, em escala 1:100.000, foi combinada com o mapa em escala maior, 1:25.000, de uso e ocupação de terras da cidade de Teresina. Em campo, avaliaram-se áreas de expansão urbana horizontal e vertical, espaços de amenidades, áreas com maior e menor adensamento, avenidas com e sem arborização, o papel dos recursos hídricos na manutenção da temperatura, entre outros fatores. Três segmentos para a realização de transectos móveis foram traçados como resultados desse processo, conferindo um perfil radial. A Igreja Nossa Senhora do Amparo (INSA), considerada "Marco-Zero" da cidade e localizada no bairro Centro, foi escolhida como ponto de partida dos transectos. A direção dos segmentos nomeados foram centro-norte, centro-leste e centro-sul da cidade de Teresina. Os segmentos possuíam, em média, quinze quilômetros e foram divididos em intervalos de quinhentos metros. Munido de um Sistema de Posicionamento Global (GPS) e odômetro as coordenadas geográficas desses intervalos foram anotadas e tabuladas no Software Excel, de domínio da empresa Microsoft. As mensurações móveis de temperatura do ar e umidade relativa do ar foram realizadas nos intervalos dos segmentos, com média de trinta pontos por transecto, totalizando noventa.Sobre a realização dos transectos móveis, Amorim (2005a, p. 69) acrescenta uma particularidade:

> A coleta de dados com veículo requer que o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e no ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade que deve variar entre 30 e 40 km/h. Esta metodologia foi adaptada, com base nos trabalhos de Oke e Maxwell (1975); Gomez e Garcia (1984); Johnson (1985); Pitton (1997).

O procedimento metodológico adotado difere de Amorim (2005a; 2005b; 2010), Lima (2011), Ugeda Jr (2011) e Ortiz (2011) em dois aspectos. Primeiro, há o perfil radial dos segmentos, isto é, centro-norte, centro-leste e centro-sul. A cidade de Teresina/PI é conturbada com a cidade de Timon/MA em sua porção oeste. O recorte espacial não incluiu esta cidade. Sendo assim, tornou-se inviável designar transectos entre os extremos rurais norte-sul e leste-oeste, com ponto de encontro nas áreas centrais. Outro aspecto diz respeito aos horários das mensurações climatológicas, realizadas às 9 h, 15 h e 21 h e não apenas às 21 h. Isso conferiu uma melhor compreensão do comportamento térmico da cidade e da variação diurno-noturna da temperatura, associada à umidade relativa do ar. A Organização Mundial de Meteorologia e Instituto Nacional de Meteorologia normatizam os horários das 9 h, 15 h e 21 h (12 h, 18 h e 00 h UTC) como padrões para captar estados atmosféricos diferenciados.

Para coleta de dados de temperatura do ar atmosférico e umidade relativa do ar nesses transectos móveis, foram utilizados termo-higrômetro digitais com sensores externos, fabricados pela empresa INCOTERM (Figura 2B). Uma haste de madeira foi acoplada a lateral de um veículo, onde se prendeu os senhores externos a 1,5m do solo (Figura 2A).

Figura 2 –Fotografias dos instrumentos utilizados nas mensurações climatológicas



Fonte: Araújo, 2014.

As mensurações climatológicas móveis somaram-se as em pontos fixos. Quatro pontos de medidas de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos foram distribuídos pela cidade. Os critérios adotados para escolha dos pontos fixos foram os mesmos dos móveis, descritos anteriormente. Os pontos fixos localizavam-se na Igreja Nossa Senhora do Amparo e nos locais de chegada dos carros ao findar os transectos móveis, no limite urbano-rural nos sentidos norte, Leste e Sul. As mensurações foram realizadas às 9 h, 15 h e 21 h, simultaneamente, as saídas dos automóveis para a realização dos transectos.

As variações no estado atmosférico num intervalo de tempo inferior a uma hora são pouco expressivas, mas possíveis de serem visualizadas. As medidas realizadas nos pontos fixos simultâneos entre si e com a saída dos automóveis para a realização dos transectos permitiram mapear as variações atmosféricas no decorrer da realização dos percursos dos carros. Essas variações foram analisadas no contexto regional através de imagens coloridas dos satélites Goes-12 e Goes-13 em intervalos de quinze em quinze minutos e, quando não possível, de trinta em trinta minutos. Essa conjuntura metodológica possibilitou concluir quais zonas da cidade se aquecem mais rápido, sobretudo entre 9 h e 10 h,

tendo por base a distribuição da umidade do ar e velocidade dos ventos. Cabe ressaltar que os pontos fixos, localizados nos limites urbano-rurais norte, Leste e Sul, estavam sob as mesmas condições ambientais, à sombra e distante de qualquer superfície e estrutura maximizadoras de calor.

Houve padronização dos termo-higrômetros utilizados para as mensurações climatológicas fixas e móveis (Figura 2B). Antes da realização dos percursos, eles eram colocados lado a lado num mesmo ambiente para identificar disparidades das medidas de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 2C). Nos dias pesquisados, os termo-higrômetros não apresentaram, entre si, medidas diferentes. As mensurações da velocidade dos ventos foram realizadas por Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro Digital portátil fabricado pela empresa Instrutherm, modelo THAL-300 (Figura 2D).

O ar comprometido pela urbanização deve ser comparado com ar livre. Monteiro (1990) recomenda que os dados colhidos pelo adentrar na cidade sejam comparados com os de estações meteorológicas oficiais, que usualmente são montadas em áreas não comprometidas pela urbanização — "ar livre". Em Teresina se têm duas estações oficiais. A primeira é localizada no Aeroporto Petrônio Portella, bairro Aeroporto, e a segunda na Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária (EMPRAPA), no bairro Embrapa. Embora se tenha coletado dados nas duas estações, a segunda enquadra-se melhor no que o autor chama de ar livre e seus dados serão utilizados no relato dos episódios. O Aeroporto Petrônio Portella está localizado no espaço urbano teresinense, numa área de adensamento de construções horizontais. Acredita-se, assim, que uma comparação dos dados coletados em campo com esta estação não é viável.

As mensurações móveis e fixas ocorreram nos dias 03, 05, 07, 10, 12 e 14 de março de 2013. Os seis dias úteis de pesquisa tiveram aferições às 9 h, 15 h e 21 h. Cada episódio somou 270 mensurações móveis e doze fixas. Os dados coletados em campos foram tabulados no *Microsoft Office Excel* e espacializados através do ArcGIS 10.1, como mencionado anteriormente. Os resultados estão demonstrados em cartas de isoígras e isotermas que permitiram mapear o comportamento do campo térmico no decorrer de cada episódio.

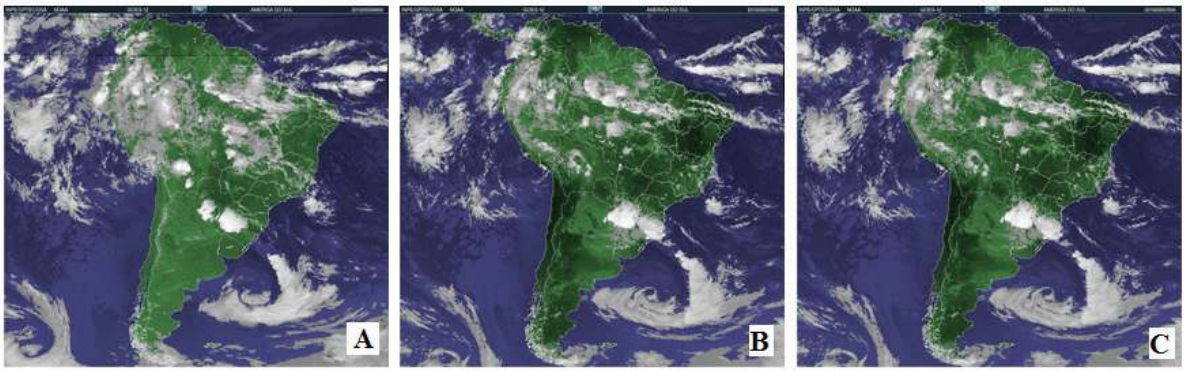
Seguem as discussões dos resultados coletados em campo, apresentados de forma episódica e através de cartas de isotermas e isoígras. Os títulos resumem o comportamento do campo térmico em destaque em cada episódio analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO
GEOMETRIA URBANA E CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS NA PRODUÇÃO SE ESTRESSE TÉRMICO

As imagens do satélite Goes-12 colorida explicitam Teresina, às 9 h do dia 03 de março de 2013, no centro do Vórtice Ciclônico de Alto Nível (VCAN), onde há subsidência de ar e o aumento da pressão, inibindo a formação de nuvens de chuvas (Figura 3A). Às 15 h, dá-se início a formação de uma Linha de Instabilidade (LI) ao longo do litoral do norte-nordeste brasileiro (Figura 3B). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) fortalece a LI

e provoca seu deslocamento para o sul do estado do Piauí. Durante todo episódio, a ZCIT apenas influenciou no deslocamento da LI (Figura 3C).

Figura 3 – Imagem do GOES-12 colorida no episódio de 03 de março de 2013



Fonte: INPE. Disponível em: <*www.cptec.com.br*>. Acesso em: 28 mar. 2013.

As temperaturas do ar atmosférico registradas às 9 h foram de 30,2 ºC, 30,6 ºC e 30 ºC nos pontos fixos norte, leste e sul, respectivamente. No mesmo horário, o ponto fixo da Igreja Nossa do Amparo (INSA) registrava 2,6 ºC a mais que a menor medida (Tabela 1).Ao final do transecto, constatou-se que houve um aumento maior da temperatura do ar no ponto fixo norte, 33,8 ºC, contra 32,7 ºC do leste e 32,6 °C do sul. Quais as causas associadas?

Às 9 h a zona norte de Teresina registrou menor umidade relativa do ar, entre 41 % e 46 %. Isso justifica o aquecimento do ar mais rápido, pois à medida que o sol radia a superfície, a condução é acelerada pela menor umidade do solo, consequentemente, a transmissão do calor para o ar sobre a superfície se dá de forma mais rápida. O contrário é verdadeiro, a zona Sul, com maior umidade, teve a menor temperatura entre os pontos fixos, 30 ºC (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados de temperatura do ar atmosférico (TAA), umidade relativa do ar (URA) e velocidades do vento (VV) dos Pontos Fixos – março de 2013

		CENTRO			NORTE			LESTE			SUL		
Dia	Hora	TAA (°C)	URA (%)	VV (m/s)	TAA (°C)	URA (%)	VV (m/s)	TAA (°C)	URA (%)	VV (m/s)	TAA (°C)	URA (%)	VV (m/s)
03/03	9h	32,6	63	0,4	30,2	67	0,2	30,6	74	0,8	30	59	0,9
	15h	37,2	42	1,0	33	51	0,0	34,2	64	0,0	32,4	57	0,0
	21h	30,4	48	0,0	28,8	58	0,0	30,3	79	0,0	31,9	59	0,0
05/03	9h	30,8	61	0,3	30	74	0,2	30,5	78	0,4	30,8	50	0,0
	15h	36,7	38	0,6	35,7	48	0,0	36	60	0,1	35,1	48	0,1
	21h	30,7	56	0,0	29,1	66	0,0	30,0	72	0,0	30,4	58	0,0
07/03	9h	29,5	75	1,0	30	78	0,2	30,3	79	0,7	29,7	49	0,0
	15h	34,1	44	0,1	32,5	57	0,1	33,3	65	0,1	33,5	63	0,1
	21h	28,6	55	0,0	27,1	70	0,0	27,8	72	0,0	27,8	70	0,0

continua

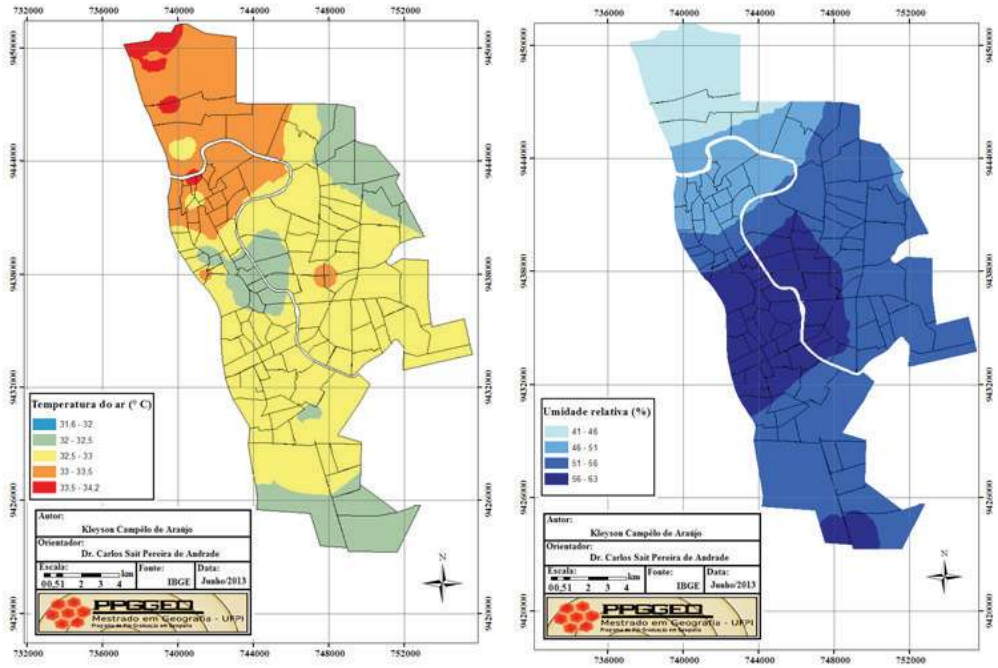
		CENTRO			NORTE			LESTE			SUL		
10/03	9h	32,0	62	0,2	30,5	75	0,1	30,7	72	0,7	29,7	71	0,0
	15h	38,6	52	0,8	35,6	51	0,3	34,7	55	0,9	35,1	73	0,2
	21h	33,1	50	0,0	31,3	60	0,0	30,1	62	0,0	30,2	69	0,0
12/03	9h	32,6	45	0,2	30,7	76	0,3	30,6	69	1,0	30,3	58	0,7
	15h	36,8	48	0,3	35,5	57	0,0	36	50	0,3	36,1	66	0,0
	21h	30,7	60	0,3	29,7	67	0,2	30	63	0,4	28,5	69	0,3
14/03	9h	31,2	65	0,1	31,2	78	0,2	29,3	71	0,6	29,4	72	0,1
	15h	36,6	55	0,2	35,8	62	1,0	34,8	72	0,3	34,9	59	0,0
	21h	30,1	43	0,0	29,8	69	0,4	29,5	64	0,8	29,0	73	0,9

Fonte: Araújo (2014).

Os transectos radiais das 9 h revelaram quatro ilhas de calor, uma célula de ar fria e uma ilha de amenização térmica. Os bairros 0Poti Velho e Cidade Industrial, ao longo do segmento centro-norte, apresentaram ilhas de calor com magnitude máxima de 4,1 ºC. O bairro Centro, na avenida Maranhão, revelou uma ilhota de calor de 3,1 ºC se comparada a menor temperatura dos transectos. Neste trecho da avenida Maranhão há blocos de concreto sustentados por colunas no canteiro central que abriga os trilhos que culminam na Estação de Passageiros Engenheiro Alberto Tavares Silva, Shopping da Cidade. Isso favorece a maior retenção de calor, uma vez que o concreto possui grande difusividade térmica. Outro aspecto é que a construção dessa estrutura dificulta dispersão do calor para as camadas mais altas da atmosfera (Figura 4).

O trajeto centro-leste identificou uma ilha de calor com amplitude máxima de 3,3 ºC no bairro São Cristóvão, no cruzamento das Avenidas João XXIII e Presidente Kennedy — Balão do São Cristóvão. Os bairros do entorno da ponte Juscelino Kubitschek possuem adensamento de condomínios verticalizados. Durante a realização desse trajeto, os bairros apresentaram uma célula de ar fria. As áreas verticalizadas fornecem bloqueio à radiação solar nas primeiras horas da manhã, gerando sombra e conforto térmico nos cânions urbanos. O mesmo não acontece ao meio dia, quando a radiação solar penetra nesses cânions e atingem seu fundo. Os edifícios, dessa feita, bloqueiam os ventos e dificultam a dispersão do calor. Esse resultado foi consubstanciado por Albuquerque (2012).

Figura 4 – Mapa da distribuição espacial da temperatura do ar e umidade relativa do ar em Teresina – 03/03/2013 – 9 h



Fonte: Araújo (2014)

A redução da escala de análise ressalta particularidades do urbano que devem ser analisadas. O bairro Poti Velho encerra o primeiro perfil urbano no segmento centro-norte, descrito anteriormente. Após a Ponte Dr. Mariano Castelo Branco, há áreas de campos abertos. As ilhas de calor e de amenização térmica coincidem com os núcleos de adensamento de casas, que se intercalam com vazios urbanos. Por outro lado, o estresse térmico nos bairros São Cristóvão e Centro está associado a grande circulação de veículos automotores, marcados pela bifurcação das Avenidas João XXIII/Presidente Kennedy e Miguel Rosa/Rui Barbosa, eixos de ligação nos sentidos Leste-Centro e Norte-Centro.

A importância dos corpos hídricos manifesta-se na formação de um ponto de amenização térmica no bairro Mafrense, entre as Lagoas do Alto Alegre e Nova Brasília. A condução do calor em superfícies líquidas é lenta, consequentemente, o ar sobre essas se aquece de igual forma. As lagoas são circundadas por vegetação nativa que fornece sombra contribui para formação de espaços de amenidades térmicas.

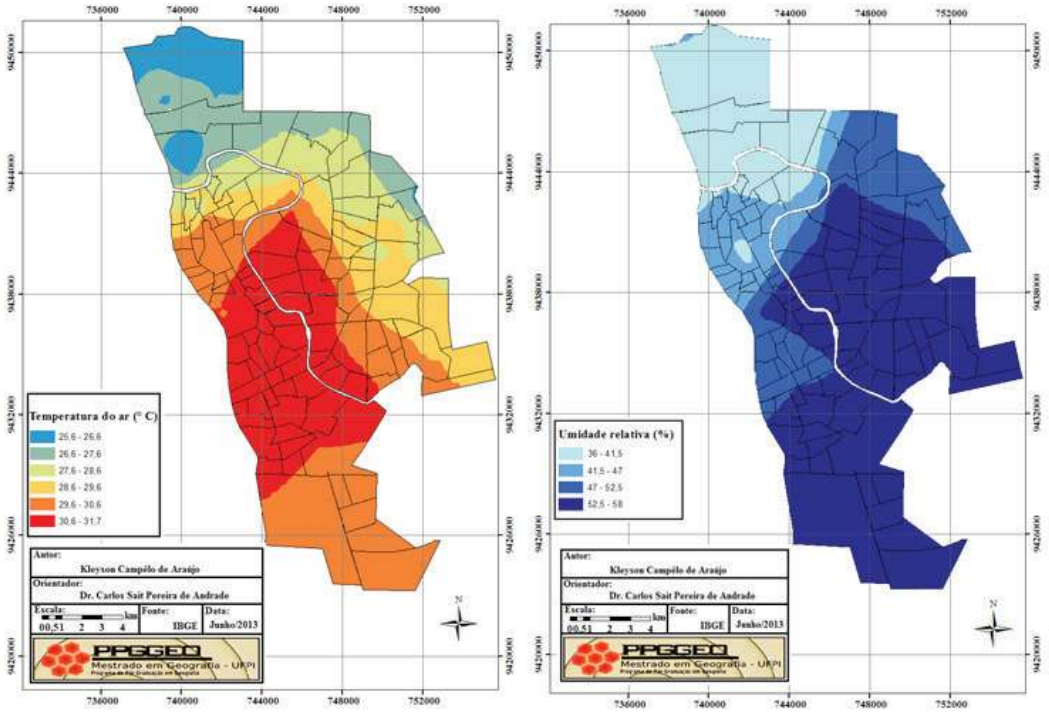
Os transectos das quinze horas registraram mudanças no campo termodinâmico da cidade de Teresina, mas com possíveis correlações com os das nove horas. As temperaturas do ar vespertinas seguem tendência contrária às matutinas no percurso centro-norte. Se pela manhã a menor umidade relativa contribuiu para o aquecimento rápido do ar, a tarde ela é responsável por reduzir as temperaturas em tendência contrária, uma vez que sob essas condições de umidade, o ar superficial aquece e esfria rapidamente. Além disso, é natural que o ar mais aquecido pela manhã suba por convecção. Por outro lado, a maior umidade relativa do ar, nos segmentos centro-leste e centro-sul, gera maior retenção de calor pelo ar e, em decorrência, temperaturas mais elevadas. No transecto centro-sul identificaram-se

duas ilhas de calor: Balão da Tabuleta (Avenidas Miguel Rosa/Getúlio Vargas/BR 316) e BR 316 na altura do bairro Santo Antônio. O Balão da Tabuleta possui fluxo intenso de carros e semáforo que forma congestionamento, que ocasiona concentração de poluentes e gases de efeito estufa como, por exemplo, o Dióxido de Carbono (CO_2).A concentração desses gases resulta em maior retenção de calor.

A BR-316, ainda no segmento centro-sul, é margeada pelos bairros Santo Antônio, Santa Cruz, Parque Jacinta e Parque Juliana. O trecho é caracterizado por um ambiente de grande adensamento de casas, pavimentação asfáltica, com redução de cobertura vegetal, entre outros fatores. O ambiente resultante dessa configuração gerou uma ilha de calor. Além disso, é uma área com grande oferta de serviços tais como troca de pneus, madeireiras, estofaria, entre outros. Os galpões que abrigam essas empresas de serviços nas margens da BR-316 são cobertos com estruturas metálicas, onde a condução e liberação de calor são facilitadas.

Às 21 horas há um quadro térmico homogêneo. Uma grande célula de calor é formada no sentido do trajeto centro-sul de Teresina concomitante com as áreas mais úmidas. A zona norte mantém uma redução mais rápida de temperatura do ar com mínima de 25,6 ºC, ao passo que o centro da cidade registra máxima de 31,7 ºC conferindo uma amplitude térmica de 6 ºC. No bairro Santa Rosa, já tratado anteriormente, houve redução de temperatura com predomínio de campos (Figura 5).

Figura 5 – Mapa da distribuição espacial da temperatura do ar e umidade relativa do ar em Teresina – 03 mar. 2013 – 21 h



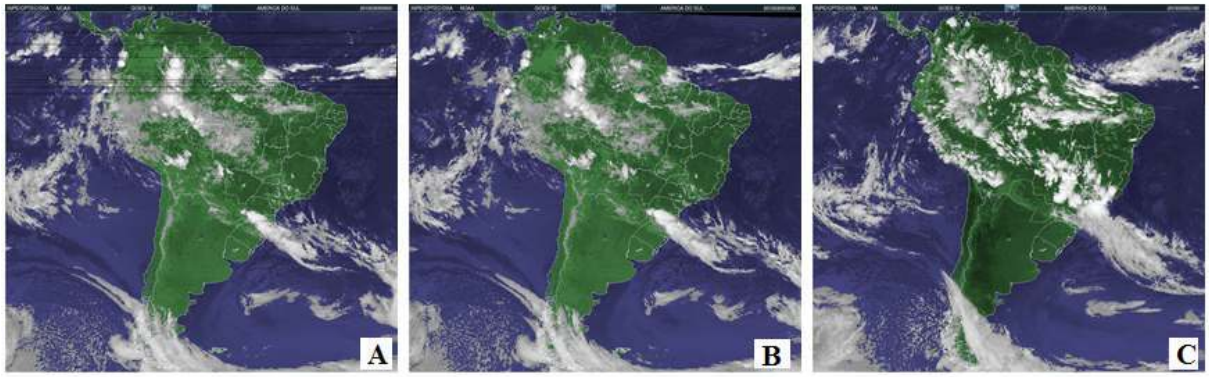
Fonte: Araújo (2014)

De modo geral, os ventos mensurados nos pontos fixos não ultrapassaram a cota de 1,0 m/s. Às 21 horas, os ventos foram inexistentes, o que dificultou a dispersão do calor no bairro Centro e originou a célula. As maiores rajadas ocorreram pela manhã nos pontos fixos leste, 1,3 m/s, e à tarde no ponto fixo norte, 2,0 m/s. Isso justifica, de maneira mais veemente, o porquê dessas zonas estarem mais frias.

A UMIDADE RELATIVA DO AR COMO RESPONSÁVEL PELA CONDUÇÃO E TRANSMISSÃO DO CALOR NO INTRAURBANO TERESINENSE

A atmosfera piauiense comportou-se de maneira heterogênea durante o episódio do dia 05 de março de 2013. Às nove horas a região centro-norte piauiense estava sob a periferia do VCAN, que geralmente ocasiona chuvas (Figura 6A).Em Teresina, porém, a estação meteorológica EMBRAPA não registrou chuva em nenhum momento do dia, o que foi comprovado em campo. Durante o período vespertino, formou-se LI ao longo do litoral norte-nordeste brasileiro (Figura 6B). Entretanto, a posição da Zona de Convergência Intertropical mais ao norte manteve a LI enfraquecida até o fim da tarde. No período noturno, o VCAN concorre com a LI sobre a atmosfera teresinense (Figura 6C).

Figura 6 – Imagem do GOES-12 colorida no episódio de 03 de março de 2013



Fonte: INPE., 2013. Disponível em www.cptec.com.br. Acesso 28/03/2013.

Às nove horas, os termo-higrômetros instalados nos limites urbano-rurais registraram temperaturas do ar de 30 ºC, 30,5 ºC e 30,8 °C nos sentidos norte, leste e sul da cidade, respectivamente. Na Igreja Nossa Senhora do Amparo (INSA) a temperatura do ar era de 30,8 ºC no mesmo horário (Tabela 1). A maior temperatura do ar no limite urbano -rural sul, às nove horas, condiz com a maior umidade relativa do ar. Quando em maior porcentagem, a umidade relativa do ar mantém maior regularidade térmica, pois o vapor d'água retém calor. Desse modo, as temperaturas não reduzem tanto durante a madrugada. Todavia, é interessante notar que, ao final da realização dos transectos da manhã, o segmento centro-norte já apresentava maiores temperaturas, quando comparadas as do centro-sul. O aquecimento mais rápido do ar sobre a superfície no segmento centro-norte

justifica-se pela menor umidade. Como dito anteriormente, o solo seco favorece a condução do calor na superfície e consequente transmissão para baixa troposfera.

Os transectos das nove horas evidenciaram a presença de ilhas de calor nos bairros Poti Velho, Aeroporto e Cidade Industrial, no segmento centro-norte. Os bairros Poti Velho e Aeroporto margeiam a Av. Centenário e configuram um espaço de adensamento de casas residências de até dois pavimentos. Há apenas um edifício residencial ao longo da avenida, Condomínio Galileia. Trata-se de um ambiente de grande fluxo de veículos automotores e com ausência de arborização, com exceção de duas praças de pequena extensão, Praça Engenheiro José de Almeida Neto (Itaperú) e Poti, e do canteiro central da avenida, com árvores de pequeno médio e com copas que produzem pouca sombra. Já o bairro Cidade Industrial é formado por um núcleo de casas residenciais em meio a vazios urbanos, o que justificaria a formação de uma ilhota de calor com amplitude máxima 3,8 °C. Quanto ao bairro Poti Velho a amplitude sobre a mínima foi de 4,8 °C.

A área central urbana encontrava-se mais fria do que as do extremo-rurais, nas mensurações simultâneas das nove horas. As temperaturas do ar no ponto fixo da INSA e dos extremos — rurais apresentaram uma pequena diferença nesse horário, entre 30 °C e 30,8 °C. Comprovou-se, no entanto, o papel da umidade relativa do ar na condução e transmissão do calor pela cidade. Os percursos realizados pelos automóveis duraram em torno de quarenta minutos e, nesse intervalo de tempo, as zonas da cidade menos úmidas aqueceram o ar superficial mais rápido. O trajeto centro-norte, por exemplo, teve uma variação máxima de 4,8 ºC entre a menor medida, 30 ºC no ponto fixo às 9 h, e as ilhas de calor de maior intensidade nos bairros já citados, com temperatura máxima de 34,8 ºC. Cabe ressaltar, os ventos de 0,3 m/s e rajadas de 1,7 m/s mensurados às nove horas na INSA que contribuíram para que as temperaturas estivessem amenas no centro da cidade.

Nas mensurações vespertinas houve semelhanças com o episódio anterior, isto é, áreas com menor umidade constituem-se como de perda rápida de calor para atmosfera e possuem temperaturas mais frias. A zona norte da cidade de Teresina é novamente exemplo. Uma segunda semelhança diz respeito a pontos de maior temperatura, próximas das Lagoas do Alto Alegre e Nova Brasília e Balão da Tabuleta. Este no segmento centro-sul e aquelas no centro-norte. Esses corpos hídricos de pequena extensão, em meio a um grande adensamento urbano e circulação de carros e motos, mostraram-se pouco expressivos em regular a temperatura do ar durante a tarde. A causa da ilha de calor no Balão da Tabuleta é a mesma do episódio anterior.

Há um fato novo a ser abordado. Houve o aumento das temperaturas do ar no final do segmento centro-sul. Como o episódio em questão se trata de um dia semanal útil, as indústrias no Polo Residencial e Industrial Sul estavam a "pleno vapor".Além disso, a BR-316 é, após os bairros Promorar e Parque Piauí, o único acesso aos bairros do centro-sul de Teresina e cidades do sul do estado do Piauí. O fluxo de caminhões soma-se a automóveis particulares de moradores dos bairros Esplanada, Portal da Alegria, Teresina Sul, dentre outros. Maiores emissões de CO_2 resultam em maior absorção de calor. Ao final da tarde, há grande concentração de gases devido ao funcionamento das indústrias do Polo Residencial e Industrial Sul e fluxo de veículos automotores.

Houve pancadas de chuvas no fim da tarde, por volta das 17h20 min, nos pontos fixos nos extremos norte e Sul. Como consequência dessa chuva rápida, os extremos dos segmentos centro-norte e centro-sul registraram maior umidade relativa do ar. Às 21 h, com as condições de instabilidade atmosféricas, o comportamento térmico da cidade é homogêneo. Assim como no episódio anterior, há a formação de uma célula de calor no centro da urbe. A estação meteorológica Embrapa, localizada no bairro Embrapa, registrou temperatura máxima de 34,9 ºC, após a chuva. Se por um lado, devido a maior umidade do ar, no bairro Embrapa as temperaturas quentes foram mantidas, no extremo setentrional da cidade, que se encontrava mais frio à tarde, manteve-se com menores temperaturas. Em síntese, a umidade relativa do ar manteve o comportamento térmico da tarde.

TENDÊNCIA CLIMATOLÓGICA DA CIDADE DE TERESINA SOB A AÇÃO DO VCAN E A COMPLEXIDADE DAS ILHAS DE CALOR

O VCAN esteve atuante durante todo o dia sobre a cidade de Teresina no episódio do dia 07 de março de 2013. Em termos de cobertura de nuvens e chuvas, porém, foi pouco expressiva. E estação EMBRAPA registrou 9,5 mm de chuvas, entre 00 e sete horas (UTC).Às nove horas o extremo norte manteve-se com maiores temperaturas do ar. Mais uma vez o comportamento térmico da urbe é definido pela umidade relativa do ar. Os pontos fixos no extremo norte, Leste e Sul da cidade marcaram, nessa ordem, 30 °C, 30,3 ºC e 29,7 ºC (Tabela 1). As maiores temperaturas coincidem com as de maior umidade relativa do ar pelas mesmas razões já expostas. Novamente, o bairro Poti Velho apresentou-se pontualmente mais quente, Ilha de calor com magnitude máxima de 3,5 ºC.

No segmento centro-leste, os bairros de maior adensamento vertical, às margens do rio Poti, apresentaram temperaturas médias de 30,5 ºC, 3,2 ºC acima da mínima registrada em todos os transectos. A umidade relativa do ar registrada nesses pontos foi em torno de 65 %, em média. Sendo assim, justifica-se a menor redução de temperatura durante as primeiras horas do dia. O vapor d'água na atmosfera atuou como regulador térmico. Houve a formação de uma celular de calor sobre o bairro Vale Quem Tem, no final do transecto centro-leste. Embora possua altitudes na casa dos 130m, mostrou-se mais quente. A menor umidade relativa do ar nessa altura do transecto, em relação ao entorno, foi responsável por facilitar a condução e transmissão do calor para o ar superficial.

Durante as mensurações climatológicas dos transectos da tarde, as temperaturas mantiveram-se maiores nos bairros Frei Serafim, Ilhotas, Por Enquanto, Jóquei Clube e dos Noivos. Isso ocorre porque após o zênite, o sol incide nas paredes e no fundo dos cânions, comuns a áreas com grande adensamento de verticalização. Em decorrência, registraram-se temperaturas de 1,2 ºC acima da média de todas as medidas dos transectos e 2,8 ºC de amplitude máxima. No segmento centro-sul, na altura do bairro Santo Antonio, mapeou-se uma ilha de calor de 0,8 °C e 2,4 °C tendo os mesmos referenciais anteriores.

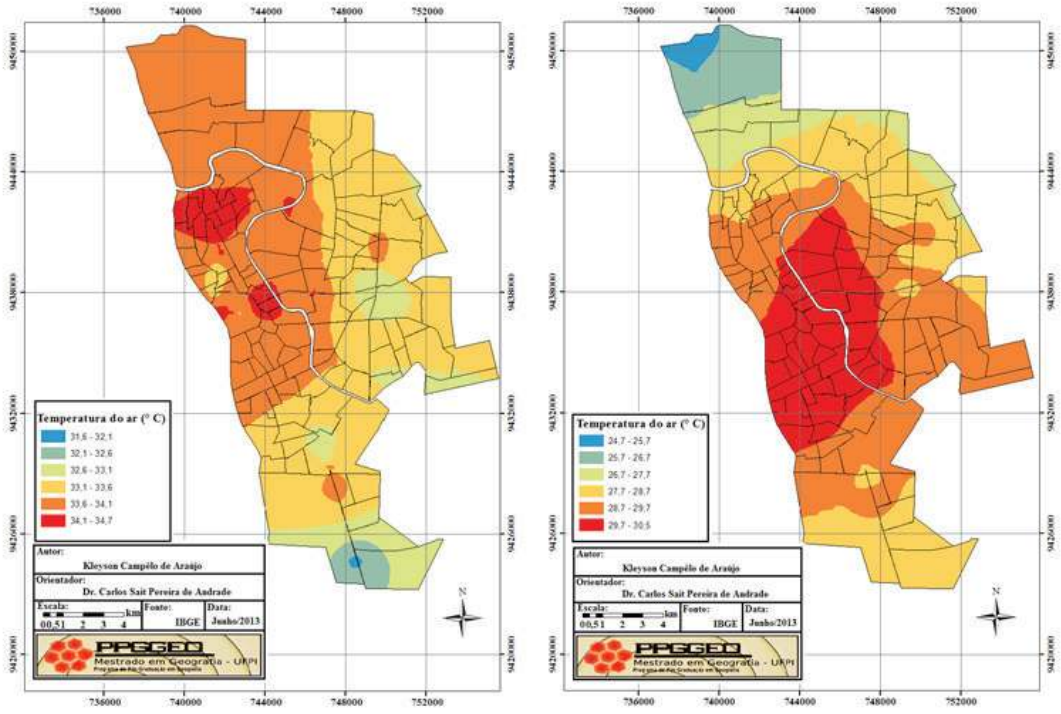
O transecto centro-norte à tarde evidenciou uma ilha de calor e uma célula de calor. A avenida Maranhão, nas proximidades do Shopping da Cidade, novamente mostrou-se mais quente, pelas mesmas razões descritas anteriormente. Dessa feita, 3 °C e 1,5 ºC

sobre as medidas mínima e média de todos os transectos, respectivamente. Uma célula de calor foi formada sobre os bairros Poti Velho e Mafrense. Isso prova que as Lagoas Alto Alegre e Nova Brasília não conseguem suprir a ausência de umidade do ar, regular a temperatura do ar e criar espaços de amenidades (Figura 7).

Há a formação de uma célula de calor no segmento centro-sul teresinense com temperatura do ar, entre 29,7 ºC e 30,5 ºC no período noturno, confirmando essa tendência sob a ação do VCAN, com ausência da atuação da ZCIT e LI do Norte-Nordeste brasileiro (Figura 7).O centro da cidade, com ausência de ventos, mostra-se mais quente que os limites urbano-rurais. Nas mensurações das 21 h em particular, houve uma amplitude máxima, entre o rural e urbano, de 5,8 ºC. O trajeto centro-norte, dada a menor umidade do ar, mostrou menores temperaturas em relação aos outros transectos.

As ilhas de calor podem gerar brisas. O ar quente é de baixa pressão e o ar frio de alta pressão. Um ponto com maior temperatura sobre a superfície gera uma pequena célula de baixa pressão atraindo o ar em volta, o que ajuda a dispersar o calor local. No segmento centro-sul, na altura do bairro Santo Antônio, há um exemplo. Durante o período da tarde, formou-se uma ilha de calor, mas à noite o mesmo espaço constituía-se como ilha de amenidade térmica. Se reduzida da temperatura mais alta, entre os transectos, seria 2,7 °C mais amena (Figura 7). O Sistema Clima Urbano é de natureza complexa e seus produtos sequem igual tendência. O exemplo citado prova que as ilhas de calor, ao criar condições para formação de brisas, podem ser responsáveis por criar ilhas de amenidade térmica.

Figura 7 – Mapa da distribuição espacial da temperatura do ar em Teresina do 07/03/2013 – às 15 h (esquerda) e 21 h (direita)



Fonte: Araújo, 2014

DERIVAÇÕES MICRO E MESOCLIMÁTICA NO ESPAÇO URBANO TERESINENSE COMO RESULTADO DA ESTABILIDADE ATMOSFÉRICA

As condições atmosféricas nas primeiras horas da manhã eram favoráveis ao mapeamento de ilhas de calor na cidade de Teresina no episódio do dia 10 de março de 2013. A Estabilidade e céu limpo caracterizavam a atmosfera da urbe. À tarde, houve uma redução significativa da umidade relativa do ar de maneira inversamente proporcional ao aumento da temperatura. Durante a noite, segundo imagens coloridas do satélite GOES-12, há uma Linha de Instabilidade no centro-norte piauiense, dificultando o mapeamento dessas ilhas. É nesse episódio que as variações no campo higrométrico foram mais atuantes. O período vespertino, por exemplo, apresentou os menores valores de umidade relativa, entre 37 % e 47 % nas mensurações realizadas na sazonalidade de março de 2013.

O segmento centro-norte destacou-se no que concerne a formação de ilhas de calor e amenidade térmica. O bairro Poti Velho manteve a tendência à formação de ilhas de calor. Desta vez, com amplitude sobre a mínima de 2,7 ºC. Um fato novo associa-se a formação de ilha de estresse térmico no bairro Aeroporto, 2,6 °C de magnitude máxima. Como abordado na análise do episódio do dia 05 de março de 2013, os bairros Poti Velho e Aeroporto margeiam a avenida Centenário. É um espaço de grande adensamento de casas e com ausência de arborização. Nessa avenida ocorre um intenso fluxo de veículos automotores, pois ela é um importante elo entre os bairros da zona norte e centro da cidade. A avenida Maranhão, nas proximidades do Shopping da Cidade, evidenciou mais uma vez uma ilha de calor, com temperatura do ar 1,7 ºC mais quente do que os pontos do entorno e 2,7 °C sobre a menor medida dentre os transectos.

O transecto centro-norte foi dividido em dois perfis intraurbanos. As ilhas de amenidade térmicas podem ser descritas a partir desses. No primeiro perfil, entre o Centro e a ponte Dr. Mariano Castelo, houve duas ilhas de amenidade térmica: na avenida Santos Dumont, margeada pelos bairros Pirajá e Vila Operária, e na avenida Centenário, nas proximidades das Lagoas Alto Alegre e Nova Brasília. A avenida Santos Dumont conta com arborização com copas fechadas. Durante as primeiras horas da manhã fornece sombra e impedem que a radiação solar atinja o solo. O contrário é verdadeiro, as copas fechadas impedem a liberação do calor para as camadas mais altas da atmosfera. Silva (2009) provou que as copas fechadas da avenida Santos Dumont dificultam a dispersão do calor. Isso justifica as temperaturas do ar mais altas nessa avenida durante as mensurações da tarde.

Intercalou-se ilhas de frescor, célula de calor e célula fria no segundo perfil intraurbano, posterior a ponte Dr. Mariano Castelo. Isso se dá porque esse perfil constitui-se com áreas de vegetação nativa, campos abertos e conjuntos habitacionais isolados. As áreas mais quentes e frias coincidem, respectivamente, com as áreas de adensamento urbano e vazios demográficos. Entre os episódios analisados até aqui, é a primeira vez que o extremo urbano-rural norte apresentou uma menor diferença de umidade relativa do ar em relação aos outros extremos da cidade. Isso retardou o aquecimento do ar sobre a superfície, ocasionando menores temperaturas no final desse transecto.

No segmento centro-sul, a BR-316 novamente evidenciou uma ilha calor na altura dos bairros Santo Antônio e Parque Jacinta, com amplitude máxima de 3,2 ºC e 1,1 °C mais quente que o entorno. A mensuração no ponto fixo sul, às nove horas, mostrou ausência de ventos, o que justificaria uma maior intensidade dessa ilha de calor (Tabela 1). Um aspecto relevante refere-se a celular fria que antecede a ilha de estresse térmico. A maior umidade relativa do ar dessa área desacelerou a condução do calor e sua transmissão para o ar no período matutino. Nas mensurações da tarde, as temperaturas mais altas ainda persistiam nesse ponto da BR-316.

Os dados coletados nas mensurações da tarde mostraram mudanças significativas no campo higrométrico da cidade. Em decorrência, o campo térmico também sofreu alterações. Os bairros do primeiro perfil intraurbano do transecto centro-norte registram as maiores temperaturas. Mapearam-se duas ilhas de calor sobre a avenida Centenário, bairro Aeroporto, pelas mesmas razões já discutidas. Cabe ressaltar que as menores temperaturas nos extremos urbano-rurais devem a circulação de ar mais atuante. Registraram-se rajadas de 1 m/s, 2,1 m/s e 1,5 m/s, sequencialmente, nos pontos fixos norte, leste e sul.

Às 21 horas, sob ação da LI do N-NE brasileiro, seguiu-se a tendência de formação de uma célula de calor na porção centro-sul da cidade, condizente com a maior umidade relativa do ar. A amplitude máxima de temperatura entre essa célula e o limite urbano-rural foi de 4,7ºC. Em estabilidade atmosférica, a umidade relativa do ar tende a diminuir de forma inversamente proporcional ao aumento da temperatura do ar na cidade de Teresina.

TENDÊNCIAS MICROCLIMÁTICAS NO INTRAURBANO TERESINENSE NA SAZONALIDADE DE MARÇO DE 2013

O episódio do dia 12 de março de 2013 mostrou similitude com o anterior quanto às condições favoráveis ao mapeamento de ilhas de calor. A ZCIT, LI e VCAN não atuaram sobre o centro-norte piauiense no período diurno. Às 21 horas o céu ficou parcialmente coberto, devido à localização sob a zona periférica do VCAN. Não houve chuva, porém, segundo a estação EMBRAPA e observação em campo.

Algumas condições mapeadas anteriormente apresentam-se como padrão, nas mensurações da manhã. (1) O extremo urbano-rural norte, em menor umidade, tem condução do calor acelerada e mostra maiores temperaturas que os extremos Leste e Sul da cidade; (2) No segmento centro-norte, a Avenidas Maranhão, perto do Shopping da Cidade, e Centenário, na altura das Lagoas do Alto Alegre e Nova Brasília, mostraram-se mais quentes, 2,7 °C sobre a temperatura mínima registrada nos transectos. (3) No segmento centro-sul, a BR-316, bairro Santo Antônio, consolida-se como propensa a formação de ilha de calor. Desta feita, com 2,4 ºC de magnitude máxima, e; (4) No segmento centro-leste, as temperaturas estavam 2,7 °C acima da mínima. Isso se deve aos edifícios que margeiam a avenida Frei Serafim.

Ainda pela manhã, os extremos dos transectos centro-norte e centro-leste estavam com menor umidade relativa do ar que o centro-sul. Entretanto, o centro-leste possuía menores

temperaturas. Os ventos de 1,0 m/s e rajadas de 2,4 m/s foram determinantes nisso (Tabela 1). As maiores altitudes, sobretudo a partir do bairro Primavera Leste, atuaram de maneira mais incisiva na redução da temperatura do ar.

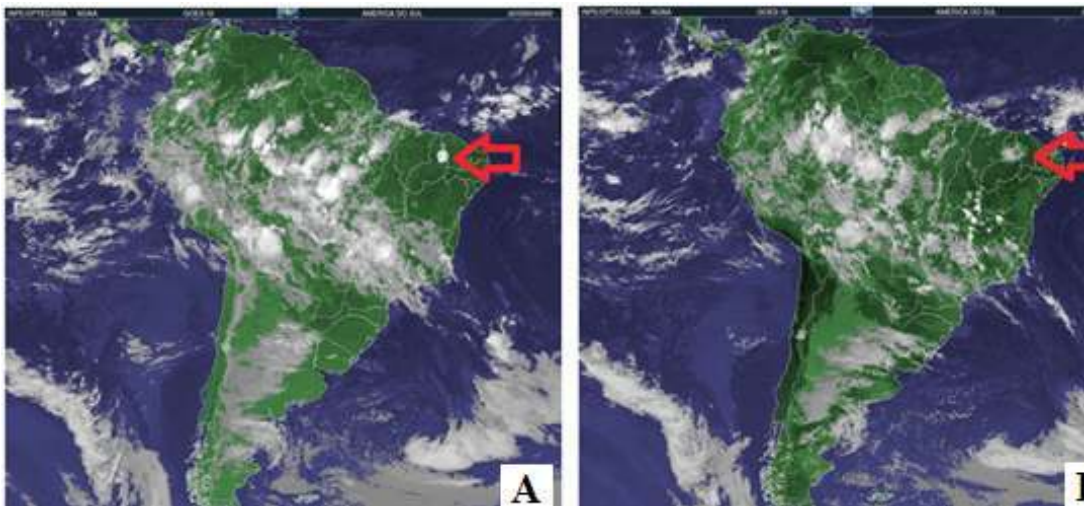
À tarde, a perda de calor por convecção para alta troposfera ocorreu mais rápida nos extremos urbanos norte e Leste devido a menor umidade relativa do ar. No final do Trajeto Sul, as maiores umidades dificultaram a dispersão do calor, gerando desconforto térmico. Notadamente, devido à ausência de ventos, a área central de Teresina permaneceu mais quente, com amplitude térmica máxima de 5,3 ºC.

As últimas mensurações do dia confirmaram que sob atuação dos VCAN e LI forma-se uma célula de calor no sentido centro-sul da cidade de Teresina, coincidindo com a maior umidade. Essa célula apresentou amplitude máxima de 2,6 ºC. No segundo perfil intraurbano do segmento centro-norte, as maiores e menores temperaturas do ar intercalaram-se, novamente, com os núcleos de adensamento e vazios urbanos.

AS DERIVAÇÕES CLIMÁTICAS INTRAURNAS ASSOCIADAS À CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES

A imagem do satélite GOES-12 colorida deixa evidente a ação de um Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) sobre a atmosfera piauiense dia 14 de março de 2013 (Figura 8A).Forma-se na fronteira entre o Piauí e Ceará, pela manhã, e desloca-se para Teresina no período da tarde, onde ocorre sua dissipação (Figura 8B). Uma vez que a dissipação ocorreu antes de chegar à cidade de Teresina, não ocorreu precipitação, mas sim cobertura parcial do céu nas mensurações vespertinas. À noite, há a formação de LI no centro-norte do estado.

FIGURA 8. DISSIPAÇÃO DE UM COMPLEXO CONVECTIVO DE MESOESCALA



Fonte: INPE, 2013. Disponível em: www.cptec.com.br. Acesso 28/03/2013.

As mensurações realizadas às 9 h nos pontos fixos INSA, norte, Leste e Sul expressam as temperaturas de 31,2 °C, 31,2 ºC, 29,3 ºC e 29,4 ºC, respectivamente (Tabela 1). O ponto fixo da INSA registrou a mesma temperatura do ar do Norte. As razões estão associadas a menor umidade do ar no segmento centro-norte, por diversas vezes aqui explanada. Mapeou-se uma ilhota de calor no bairro Poti Velho, com magnitude máxima de 2,4 °C. O segmento centro-sul, na altura do bairro Santo Antonio, novamente mostrava-se mais quente, com 2,3 ºC acima da mínima entre os transectos da manhã. Outra ilha evidenciou-se no Balão da Tabuleta, 3,1 ºC sobre a menor temperatura.

Um fato novo diz respeito às baixas temperaturas no centro da cidade. Isso ocorreu devido a uma chuva passageira nas primeiras horas da manhã. Em campo, observou-se o solo úmido no entorno da INSA, que dificultou a condução do calor e sua consequente transmissão para a atmosfera. Ventos em torno de 1,0 m/s e rajadas de 2,0 m/s foram responsáveis pelas menores temperaturas na zona leste, expressas numa célula fria. Pela primeira vez, nas proximidades do conjunto Verde Lar, ainda no extremo leste, houve a formação de uma ilha de calor de magnitude máxima de 2,6 ºC. Esta área se localiza em um vale, onde a expansão urbana tem se materializado através de pavimentação asfáltica e construção de conjuntos habitacionais horizontais. Na zona sul, o ponto fixo configurou-se como ilha de amenização térmica.

Na parte da tarde, o campo termodinâmico da cidade sofreu mudanças expressivas. O bairro Centro, na direção sul, aparece com o ar local mais aquecido, com destaque para o Balão da Tabuleta e o cruzamento das Avenidas Valter Alencar e Miguel Rosa. Durante os dias semanais úteis é comum formar congestionamento nestes pontos o que justificaria magnitude máxima de 2,8 ºC para a primeira ilha de calor e de 3,2 ºC para a segunda. Ainda no sentido meridional, na BR-316, na altura do bairro Santo Antônio e Parque Jacinta, houve ilha de calor com temperatura de 3,4 ºC sobre a mínima registrada pelos transectos. A temperatura do ar sobre a avenida João XXIII no cruzamento com a Presidente Kennedy, no segmento centro-leste, esteve 3 ºC acima da mínima e 1,0 ºC a mais dos pontos mensurados no entorno. No segmento centro-norte, formou-se uma célula fria sobre os bairros Santa Rosa e Poti Velho como consequência da menor umidade que facilitou a perda de calor para atmosfera. Próximo a ponto Dr. Mariano Castelo Branco, onde a umidade foi mais expressiva, a temperatura aferida no ponto foi de 35,5 °C, 1,7 °C sobre a mínima.

Às 21 horas a tendência de formação de célula no centro sul foi visualizada. O espaço de alto *status*, porém, configura uma ilha de calor com magnitude máxima de 4,9ºC e 1,4°C sobre os pontos do entorno. Os pontos fixos sul e leste estiveram mais frios, com ventos, em média, de 1,0 m/s com rajadas máximas de 2,0 m/s, no Leste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados expressos nas cartas de isotermas e isoígras permitem concluir que o mapeamento de ilhas de calor no período noturno na cidade é inviável, pois sob

atuação dos VCAN e LI forma-se uma célula de calor no sentido centro-sul da cidade de Teresina, impossibilitando mapear especificidades microclimáticas.

As aferições climatológicas realizadas colocam o segmento centro-norte como o de menor umidade relativa do ar, em praticamente todos os episódios. Isso provocou o aquecimento mais rápido do ar sobre a superfície, entre a primeira e última medida realizada pelos transectos móveis. O contrário é verdadeiro. Os extremos urbanos com maior umidade relativa do ar mostraram-se mais frios, pois o solo mais úmido dificulta a condução do calor, retardando o aquecimento do ar sobre a superfície.

A geometria urbana exercer papel importante no condicionamento de microclimas. Exemplifica-se essa afirmativa através dos resultados dos episódios dos dias 03 e 07 de março. A verticalização exerceu um papel importante, ao bloquear a radiação solar nas primeiras horas da manhã, criando espaço de amenidade. Por outro lado, após a insolação atingir o fundo do cânion, há tendência à formação de ilhas de calor.

O episódio do dia 10 de março demonstra a arborização como condicionante de ilhas de calor. Comprovou-se que árvores com copas próximas e fechadas retardam a transmissão do calor para as camadas mais altas da atmosfera, aumentando a temperatura local. Os gestores públicos municipais devem considerar as singularidades climáticas ao planejar arborizar a cidade. Árvores com copas afastadas e bem posicionadas permitem a circulação do ar, reduzindo o *stress* térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Marcos M. de. **Relação entre uso e ocupação dos solos e variáveis climáticas**: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

AMORIM, M. Cristiane de C. T. Intensidade e formas de ilhas de calor urbana em Presidente Prudente (SP): episódios de inverno. **Revista Geosul**, Santa Catarina, v. 20, n. 39, pp. 65-82, jan.-jun.2005a.

_____. Ilhas de Calor em Birigui (SP). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, dez. 2005b.

_____; MINAKI, C. Clima urbano em Guararapes (SP): episódios de verão e de inverno. **Geografia**, Rio Claro, v. 32, n. 2, pp. 295-318, maio.-ago. 2007.

_____. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Revista Mercator,** , dez. 2010, pp. 71-90. (Número especial)

ANDRADE, C. S. P de. **A climatologia da cidade de Teresina – PI**: as variantes topo-climáticas nos espaços livres. Tese.(**Doutorado em Geografia**), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

ARAÚJO, Kleyson Campêlo. **Espaço Urbano e Climatologia**: ilhas de calor em evidência na cidade de Teresina (PI). 2014. Dissertação (**Mestrado em Geografia**) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2014.

BERTALANFFY, L.von. **Teoria Geral dos Sistemas**: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 4. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

BRANCO, A. E. **O desenho urbano e sua relação com o microclima**: um estudo comparativo entre duas áreas centrais em Teresina – Piauí. Universidade de Pernambuco Dissertação. (**Mestrado em Geografia**), 2001.

CHRISTOFOLLETI, A. Definição e classificação dos sistemas. In: **Análise dos sistemas em geografia**. São Paulo: HUCITEC/EdUSP, 1979.

FEITOSA, Sônia M.ª R. **Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes**. Universidade Federal do Piauí, Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Teresina, 2010.

HABITAT. **Planificación y diseño de uma movilidad urbana sostenible**: orientaciones para políticas. Nova Iorque: ONU, 2013.

KALLAS, Luana Miranda E. **Desenhando com o clima e a vegetação**: um estudo de caso do loteamento HBB em Teresina (PI). Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

LIMA, G. N. **Características do clima de Nova Andradina**. Dissertação. (**Mestrado em Geografia**) Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2011.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles:** o exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MONTEIRO, C. A. de F. **Caracteres climáticos de Teresina in Plano de Desenvolvimento Local Integrado**. Teresina: Conplan, 1969.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1976. (Série Teses e Monografias, n. 25)

_____. Adentrar na cidade para tomar-lhe a temperatura. **GEOSUL – Revista do Departamento de Geociência**, n. 9, ano 5, 1. sem., pp. 61-79, 1990.

ORTIZ, F. F. **O clima urbano de Cândido Mota:** análise do perfil térmico e higrométrico em episódio de verão. Dissertação (**Mestrado em Geografia**), Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2011.

SILVA, Caio Frederico e. **Caminhos Bioclimáticos**: desempenho ambiental de vias públicas na cidade de Teresina (PI). Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de Brasília (UNB), Brasília:2009.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais multifamiliares na região tropical subúmida do Brasil**. Tese. (Doutorado em… INFORMAR), Universidade de Brasília (UNB), 2007.

UGEDA JR. J. C. **Clima Urbano e Planejamento na Cidade de Jales (SP)**. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Tese (**Doutorado em Geografia**), 2011.

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

CLIMA URBANO SOB O OLHAR DAS PEQUENAS CIDADES: INFLUÊNCIA DOS FATORES GEOGRÁFICOS NAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS EM LAGOA FORMOSA (MG)

URBAN CLIMATE UNDER SMALL CITIES: INFLUENCE OF GEOGRAPHICAL FACTORS IN CLIMATE VARIATION IN LAGOA FORMOSA (MG)

CLIMAT URBAIN SOUS LES YEUX DES PETITES VILLES: INFLUENCE DES FACTEURS GÉOGRAPHIQUES DANS LES VARIATIONS CLIMATIQUES À LAGOA FORMOSA MG

Francielle de Siqueira Castro
Doutoranda em Geografia – Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia;
franciellesiqueiracastro2009@hotmail.com

Rildo Aparecido Costa
Professor do Curso de Geografia da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal da Universidade Federal de Uberlândia;
rildocosta@ufu.br

Resumo: O ambiente urbano tem se tornado cada vez mais a morada do homem. Essa intrínseca relação homem/espaço urbano traduz-se na transformação da paisagem, resultando em diversos fenômenos ambientais urbanos como ilha de calor, efeito estufa, poluição atmosférica, inversão térmica, impermeabilização do solo, dentre outras, que a longo prazo interferem na qualidade ambiental e na qualidade de vida dos citadinos. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi investigar as características do clima urbano (campo térmico e higrométrico), na cidade de Lagoa Formosa (MG), e como esses reagem sob a influência dos fatores geoecológicos e de estrutura citadina. O Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976), foi a base para a proposição metodológica apresentada, utilizando o modelo de transectos móveis, que consiste na demarcação e coleta de dados de temperatura, umidade do ar e direção e velocidade dos ventos em pontos espalhados pelo sítio urbano, de forma a abarcar, também, os espaços interurbanos. Além da aquisição de dados em pontos fixos. Os resultados permitiram detectar que a área urbana de Lagoa Formosa nem sempre apresenta temperaturas mais elevadas em relação ao seu entorno rural ou às áreas periféricas à cidade.

Palavras-chave: Clima urbano, temperatura, umidade relativa do ar, espaço urbano e Lagoa Formosa.

Abstract: The urban environmenthas become more and more the home of man. This intrinsic relationship between man and urban space translates into the transformation of the landscape, resulting in several urban environmental phenomena such as heat island, greenhouse effect, atmospheric pollution, thermal inversion, soil waterproofing among others, which in the long term interfere with environmental quality and in the quality of life of city dwellers. In this way the objective of this research was to investigate the characteristics of the urban climate (thermal and hygrometric field) in the city of Lagoa Formosa (MG), and how they react on the influence of geoecological factors and city structure. The Monteiro Urban Climate System (1976) was the basis for the methodological proposal presented using the mobile transects model, which consists of demarcation and data collection of temperature, air humidity and direction and speed of the winds at points scattered throughout Urban site, to include interurban spaces as well. In addition to the acquisition of data in fixed points. The results allowed to detect that the urban area of Lagoa Formosa does not always present higher temperatures in relation to its rural surroundings or to the outskirts of the city.

Keywords: Urban climate, temperature, relative humidity, urban space and Lagoa Formosa.

Résumé: L'environnement urbain est devenu de plus en plus la demeure de l'homme. Cet espace urbain/homme relation intrinsèque se reflète dans la transformation du paysage, ce qui entraîne plusieurs phénomènes environnementaux comme îlot de chaleur urbain, le réchauffement climatique, la pollution atmosphérique, échange de chaleur, sol, étanchéité, entre autres, que dans l'effet à long terme sur qualité de l'environnement et la qualité de vie des gens des ville. L'objectif de cette recherche était d'étudier les caractéristiques du climat urbain (champ thermique ethygrométrique) dans la ville de Lagoa Formosa (MG), et comment ils réagissent sous l'influence de facteurs de geoecológicos et de la structure de la ville. Le système urbain de climat de Monteiro (1976), était la base pour la proposition méthodologique a présenté, en utilisant le modèle de transects meubles, qui consiste au marquage et collecte des données de température, humidité et vent de direction et la vitesse en points dispersés à travers le site urbain, donc embrasser, aussi, les espaces de transport interurbains. En outre également l'acquisition de données sur des points fixes. Les résultats ont permis de détecter que la zone urbaine de. Les résultats ont permis de détecter que la zone urbaine de Lagoa Formosa n'est pas toujours présente des températures plus élevées par rapport à ses environs rurales ou périphériques de la ville.

Mots-clés: Climat urbain, température, hygrométrie, espace urbain et Lagoa Formosa.

INTRODUÇÃO

O universo citadino está amplamente aberto ao que há de mais interdisciplinar, pois as cidades têm se tornado cada vez mais, a morada do homem, e constitui-se, portanto, em um lugar onde se produz economicamente, onde estão centralizados serviços, negócios, pessoas, automóveis, edificações. A rápida multiplicação da população humana nos últimos anos e sua ocupação nos mais inimagináveis espaços nas áreas urbanas, acarretou na sua adaptação

às condições a ele delimitadas, sejam estas: climáticas, topográficas, espaciais e/ou sociais. Atualmente essas alterações têm ganhado visibilidade diante dos membros da comunidade científica, ambientalista, política, entre outras, na busca de discussões para minimização de impactos gerados pela atuação do homem no ambiente, principalmente nas áreas urbanas.

Dentre as reconfigurações propiciadas pela ação antrópica sobre o espaço urbanizado, as alterações climáticas urbanas chamaram nossa atenção, para o desenvolvimento deste estudo. O reflexo da estreita relação entre os aspectos naturais e influência humana sobre o espaço urbanizado traduz-se em diversos fenômenos ambientais urbanos como ilha de calor, efeito estufa, poluição atmosférica, inversão térmica, impermeabilização do solo, dentre outras.

As preocupações com as alterações atmosféricas da cidade e de seus arredores têm sido tratadas antes mesmo da revolução industrial e, com seu desenvolvimento, as inquietações se tornaram mais evidentes, o que nos despertou para os primeiros estudos sobre o clima urbano. Porém, foram nas últimas três décadas (1980-2009) que o homem passou a observar, de forma mais atuante, as mudanças sensíveis nas escalas micro e mesoclimáticas.

No Brasil os estudos sobre o clima urbano ganharam destaque a partir da década de 1960 quando os problemas ambientais, como poluição do ar e inundações, se tornaram mais intensos, principalmente nas grandes metrópoles como São Paulo e Rio de Janeiro. Esse fato colaborou para que estudiosos da área se preocupassem em expandir as pesquisas, no cenário brasileiro, sobre as alterações climáticas.

Para Mendonça (2000), o interesse nos estudos de clima urbano nas últimas décadas tem se elevado nas cidades de porte pequeno e médio graças às maiores facilidades para o planejamento e as intervenções urbanísticas, quando comparadas as lógicas metropolitanas, pois há "possibilidades de intervenção no ordenamento territorial da cidade, fato que é muito mais difícil em cidades de grande porte" (AMORIM, 2000, p. 22).

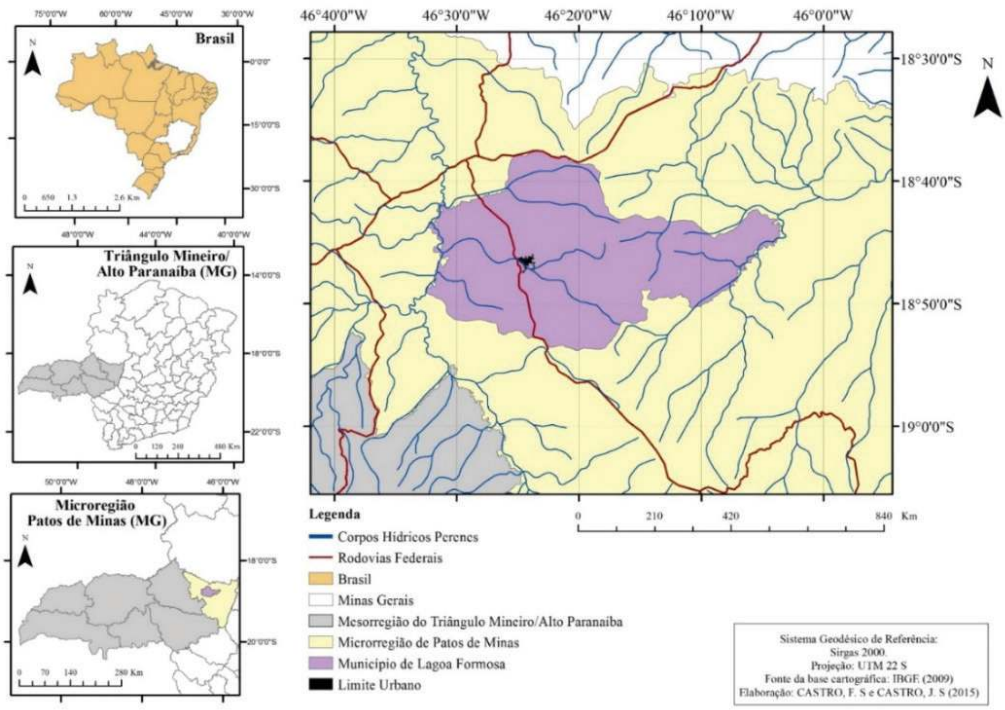
Lagoa Formosa é um município considerado, nos parâmetros do IBGE, de pequeno porte, e tem alcançado nos últimos anos um crescimento representativo com a ampliação de seus limites urbanos. Com essas transformações, os estudos sobre o município ganham novas perspectivas em diferentes áreas do conhecimento. De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2014), a população passou de 15.949 em 1991 para 17.161 em 2010 e, segundo o mesmo banco de dados a projeção para 2013 foi de 17.885 habitantes.

Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar a influência dos fatores geoecológicos (altitude, elevação do relevo, disposição das vertentes e vegetação) e de estrutura citadina (espaços construídos, impermeabilização, espaços livres) nas variações climáticas na área urbana de Lagoa Formosa (MG), considerando sua estrutura térmica e umidade relativa do ar no inverno do ano de 2014.

CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE LAGOA FORMOSA (MG)

O recorte espacial do trabalho trata-se do município de Lagoa Formosa, localizado entre as coordenadas geográficas de 18° 46' 44" S e 46° 24' 28" O (Mapa 1). Situa-sena Mesorregião Geográfica do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e é uma das onze cidades que compõem a microrregião de Patos de Minas. Ocupa uma área de aproximadamente 844 km² e faz limite com os municípios de Carmo do Paranaíba e Patos de Minas, ligados pela rodovia estadual BR-354.

Mapa 1 – Localização do município de Lagoa Formosa (MG), 2015



Fonte: IBGE, 2009

Os fenômenos climáticos atuantes apresentam intrínseca relação com os demais elementos físicos componentes da realidade local. Sendo assim, se torna indispensável que esses sejam correlacionados para a identificação da realidade geoambiental, (relevo, geologia, geomorfologia, hidrografia e vegetação), da área urbana tomada para o estudo.

O município de Lagoa Formosa encontra-se em uma área de interflúvio, abarcando tributários dos Rios Paranaíba a oeste, que compõem a Bacia do Rio Paranaíba, e a leste o Rio Areado que, por sua vez, enquadra-se na Bacia do Rio São Francisco.

O relevo é recoberto por áreas de domínio do cerrado, florestas estacionais semidecíduas (Mata Atlântica) e as áreas de campos rupestres (campos de altitude), domínio Morfoclimático que se concentra na região do Planalto Central do Brasil, que reúne cerca de 23 % do território brasileiro (NOVAIS, 2011).

A configuração geomorfológica está atrelada à formação da geologia pretérita local, que apresenta feições majoritariamente localizada na Bacia do São Francisco na porção centro-sul do cráton homônimo, especificamente pelas características diagnosticadas no Grupo Bambuí e no Grupo Mata da Corda.

O clima de forma geral é caracterizado como tropical, com verão quente e úmido; O inverno é seco, com temperaturas amenas. Um dos principais fatores dessas temperaturas pode ser associado à altitude de aproximadamente 902 m. Essas características se encaixam na classificação climática de Köppen-Geiger como Aw, que, apesar de ser uma classificação genérica, ainda assim se aplica nos estudos para identificação inicial das características climáticas. Um clima tropical, com inverno seco, de maio a outubro, e estação chuvosa no verão, de novembro a abril. A temperatura média do mês mais frio é superior a 18 ºC. As precipitações são superiores a 750 mm anuais, podendo atingir níveis de até 1800 mm.

PRESSUPOSTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

A complexa relação estabelecida entre a sociedade e a natureza tem estimulado o debate de estudiosos em diferentes facetas da comunidade científica. Instigados em conhecer as múltiplas relações estabelecidas pelos sistemas naturais e sociais, esses, criam e recriam abordagens científicas sobre elementos diversos.

O comportamento atmosférico, e sua atuação sobre as atividades humanas, incitou os grupos sociais a procurarem resposta para as diferentes intempéries provocadas pelos fenômenos climáticos. Para tanto, o desenvolvimento da ciência climatológica, como aquela que se destina a entender tais fenômenos, ganha força no cenário científico.

A construção epistemológica da climatologia tem suas bases apoiadas na Meteorologia, que por sua vez se dedica ao estudo da atmosfera e dos fenômenos que a cercam, preocupando-se com o registro e a medição destes fenômenos. A ciência meteorológica como muitas das outras ciências, se compartimenta em duas linhas de desenvolvimento: a Meteorologia Tradicional e a Meteorologia Dinâmica (CASTRO E COSTA, 2016).

Hann (1884, apud MONTEIRO, 1976, p. 6) discute o clima como um "conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre cada lugar da Terra". Apesar de ser o conceito fundamental para definição de clima, o mesmo demonstra carências na definição. em primeira instância, a atribuição de média destitui a realidade para caracterizar os elementos do clima e, em segundo lugar, o caráter estático, artificial, não menciona o desenvolvimento dos fenômenos no tempo.

A aplicação das definições estabelecidas por Hann certamente não se relaciona aos estudos climáticos regionais ou mesmo locais, visto que, nesse caso, a média pode não responder aos questionamentos levantados, pois os eventos ocasionais marcantes dentro de um período, muitas vezes, não são revelados nas médias. Sendo assim, o clima deve ser visto como um fator em constante movimento.

Na tentativa de transpor a limitação ocasionada pela proposição do autor supracitado, Sorre (1934) indica um caráter dinâmico ao clima, sendo o mesmo "uma série de estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual".Sorre (op. cit. apud TARIFA, 2001, p. 12). Propõe-se, desta maneira, um novo modelo aos estudos climáticos, substituindo-se a média pelo ritmo. Isso faz com que a sucessão dos estados atmosféricos (tipos de tempo) seja observada por meio da interação dos elementos climáticos associados à circulação atmosférica.

O ambiente urbano, socialmente produzido, carrega consigo profundas mudanças no balanço de energia produzido e os resultados mais observados são traduzidos em ilhas de calor/frescor, conforto/desconforto térmico, poluição e precipitação excessiva (inundações). Essas variações produzem uma alteração no ritmo climático, com secas intensas, chuvas calamitosas em determinadas regiões, gerando, dessa maneira, perceptíveis mudanças nas sucessões dos estados atmosféricos se comparado ao clima de períodos anteriores.

Mendonça (2009, p. 182) destaca que os estudos que compreendem as cidades de médio e pequeno porte, objetos de estudo dos pesquisadores do clima urbano no Brasil, têm como enfoque central o campo termodinâmico, devido à sua condição de tropicalidade, que em muitos casos, eleva o desconforto térmico. Além de apresentar características geográficas diferenciadas daquelas de grande porte e metropolitanas, outra característica marcante das cidades desse porte é a facilidade para identificação de suas paisagens intraurbanas, o que permite uma melhor compreensão da interação sociedade-natureza na construção do clima urbano.

Os trabalhos a despeito do clima urbano das cidades de pequeno e médio porte têm registrado a existência de um clima específico para estas localidades. Diferentes autores, dentro os quais destacam-se, Cruz (1995), Amorim (2000) e Mendonça (2009) apontaram em seus estudos, os efeitos do progresso intenso de urbanização em cidades de pequeno porte.

De acordo com Cruz (1995, p. 7), "as cidades médias ou pequenas, pouco ou não industrializadas e com pequena densidade populacional poderiam manifestar o fenômeno ilha de calor como os grandes centros, isto porque, os fatores inerentes à urbanização estavam presentes". Porém, diferentemente das grandes, elas podem receber ações de forma mais eficaz e crescerem apoiadas em um planejamento ambiental urbano mais adequado. Para tanto o sucesso da identificação do clima urbano se apoia na adequação metodológica para a realidade do experimento.

DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS E MÉTODOS UTILIZADOS NA PESQUISA

A pesquisa documental proporcionou a aquisição de informações para caracterizar, a *priori,* o município de Lagoa Formosa (MG) através do levantamento de dados estatísticos e censitários no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Prefeitura Municipal de Lagoa Formosa (MG), na Câmara Municipal de Lagoa Formosa (MG) e em demais órgãos que disponibilizem materiais referentes às realidades socioeconômicas do

município. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram consultados auxiliando na aquisição de dados complementares na realização da pesquisa.

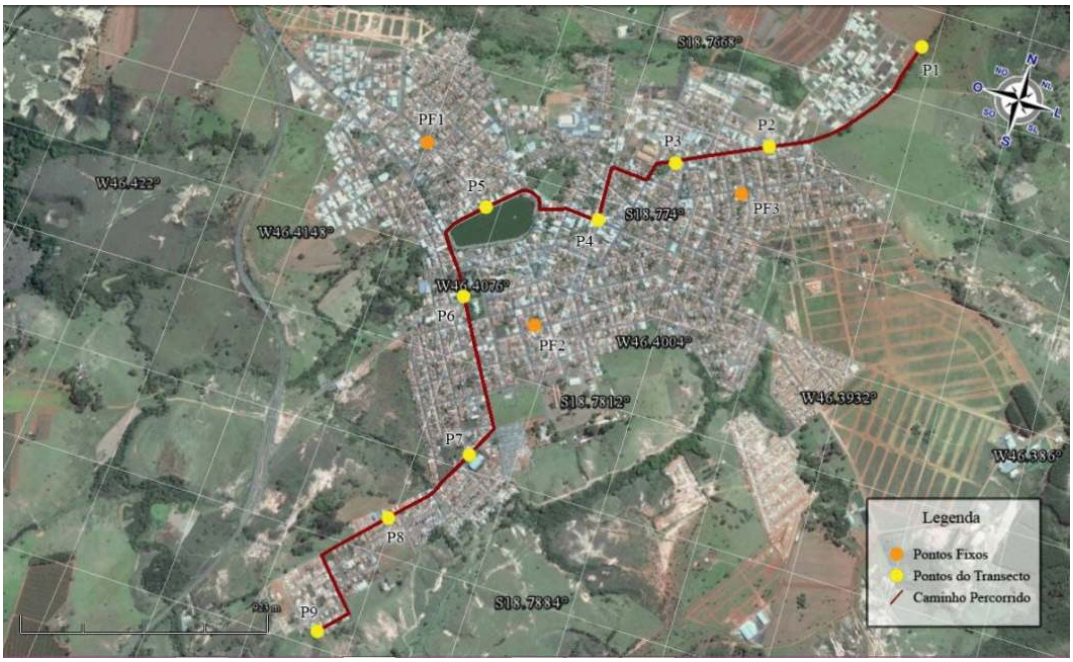
A partir da teoria proposta por Monteiro (1975), foi adotado o método dos transectos móveis (coleta nos horários das 9 h, 15 h e 21h), que consiste na demarcação de pontos espalhados pelo sítio urbano de forma a abarcar, também, os espaços intraurbanos considerando os diferentes aspectos geográficos encontrados nos pontos. Para tanto, foram adquiridos dados térmicos, higrométricos e de direção e velocidade dos ventos.

Para a cidade de Lagoa Formosa (MG) foram escolhidos nove pontos no sentido norte-sul. Por não contar com estação meteorológica com dados diários não foi possível executar a análise rítmica e nem mesmo a comparação dos dados coletados pelo transecto. A fim de complementação dos dados, foram instalados três pontos fixos triangulados na malha urbana. Os pontos selecionados para aquisição dos transectos móveis contam com características de arborização, edificações, fluxo de veículos e pessoas e altimetria diferenciados, além da localização em áreas de uso e ocupação do solo distintos, demonstrando a variabilidade do microclima em áreas, pouco ou muito urbanizadas; periurbanas; com influência de espaços verdes, entre outros.

Já os pontos fixos foram instalados em residências localizadas fora do eixo de coleta dos transectos móveis, propiciando nas análises a triangulação dos dados para fins comparativos e de mapeamento.

Os dados foram coletados no período do inverno no ano de 2014, tentando visualizar a sazonalidade do inverno para a cidade. Para o inverno as medições aconteceram no período que compreendeu os dias 27 de julho a 05 de agosto de 2014, escala temporal de dez dias.

Figura 1 – Lagoa Formosa (MG): localização dos pontos de experimento, 2014



Fonte: Google Earth, 2014.

A designação dos horários para a coleta de dados do transecto móvel e dos pontos fixos, da referida pesquisa, obedeceu ao horário padrão do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia que segue a designação dada pela Coordenada de Tempo Universal (UTC), sendo os horários padrões 00h, 06 h, 12 h, 18 h UTC, transformado para o horário brasileiro teremos 03 h, 09 h, 15 h e 21 h. Porém, como método de adaptabilidade, excluiu-se para a pesquisa as medições no horário das três horas.bOs dados foram adquiridos por aparelhos climatológicos. (Figura 5)

Após a aquisição dos dados em campo, os mesmos foram sistematizados e organizados intuindo uma melhor interpretação e, consequentemente, um resultado mais confiável possível. Os dados climáticos coletados em campo foram organizados, inicialmente, em planilhas do *Microsoft Excel* versão 2010, e, posteriormente, representados através de climogramas, tabelas e gráficos também elaborados no *Microsoft Excel.*

Figura 2 – Aparelhos utilizados no experimento



Fonte: Google imagens, 2014. 1) data logger; 2) termo-higrômetro digital portátil; 3) termo-anemômetro digital e 4) GPS

Como método comparativo, os dados foram especializados através da interpolação e representação espacial com o auxílio de softwares, cuja função é a elaboração de cartogramas de isovalores atribuídos ao campo termo-higrométrico. Organizadas em escalas de cores para os valores adquiridos demonstrando a distribuição espacial da temperatura e da umidade no espaço urbano em todos os episódios, para os três horários de coleta, produzidas pelo programa de mapeamento *ArqGIS* a partir da interpolação dos dados obtidos em superfície pelo método de *IDW*.

No intuito de avaliar a variação da temperatura e umidade relativa em sua dimensão espacial e temporal, optou-se pela utilização do *Software Surfer11* a partir da interpolação dos dados obtidos em superfície pelo método de *Krigagem*. A partir dessa representação foi possível verificar a variação espaço-temporal dos índices extremos de temperatura em relação aos valores medidos em ambiente periurbano, os principais horários e os setores de ocorrência das maiores e menores temperaturas, a magnitude das diferenças térmicas tendo sempre como parâmetro os dados do espaço periurbano.

Junto às análises realizadas em campo foram obtidas, junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), as Cartas Sinóticas de cada episódio para avaliação e

correlação das informações da circulação atmosférica nos horários adotados. Além dos valores de temperatura e umidade relativa do ar, foram avaliados, também, a direção do vento e sua intensidade, tendo como parâmetro a Escala da Força de Vento de Beaufort (FORSDYKE, 1975).

A INFLUÊNCIA DA ESTRUTURA CITADINA SOBRE O CLIMA URBANO

No período das primeiras observações (nove horas), as temperaturas oscilaram no transecto móvel de 17,2 °C a 19,3 °C. O ponto com maior temperatura registrada (19,3°C) foi o ponto 9 (Rua Jovino Ferreira Coelho/João do Jó – Bairro Babilônia), o mesmo se encontra em área próximo ao meio rural, porém a atuação dos ventos no local é fraca devido à localização em uma área com menor altitude (841m), se comparada aos demais pontos de experimento. Apesar de o percentual de umidade ter registrado 81,9 %, o mesmo esteve entre os mais baixos, juntamente com o ponto 3 que registrou 80,9 %.

Já o ponto 5, caracterizado pela presença da Lagoa D'água, que aparece como regulador térmico e consequentemente por estar em uma área aberta, possibilita a circulação dos ventos atuantes e provavelmente contribuiu para amenizar a temperatura e estabelecer uma alta na umidade relativa do ar (17,4 °C e 86,3 %).

Já no período da tarde, 15:00, as maiores temperaturas registradas no transecto foram nos pontos 2 (20 °C), que apesar de encontrar-se em área próxima ao rural, apresenta em seu entorno indústrias e galpões. Já o registro de menor umidade do ar (84,5 %) ocorreu no ponto 6 localizado no centro da cidade constituída por uma diversificada vegetação, porém, a diferença do mesmo para os demais registros de umidade foi de aproximadamente 4 % apenas.

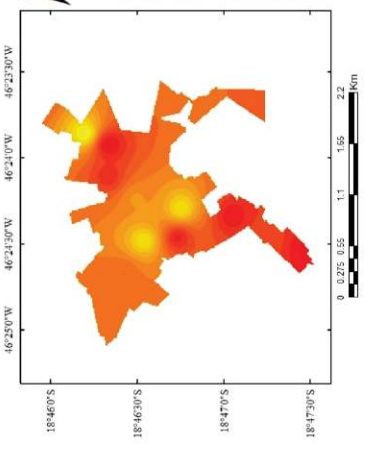
O valor de umidade mais alto foi registrado no ponto 7 (88,8 %), que também se destacou por apresentar a menor temperatura do horário (17,4 °C). No período anterior, o ponto supracitado, permeou entre os maiores índices e uma das possíveis explicações para tal divergência encontra-se na atuação dos ventos presentes no ponto no horário da coleta, que alcançaram a marca de 0,5 m/s.

Observou-se que às 21 h , os valores de temperatura e de umidade apresentam uma característica de regularidade nos valores. O maior registro para os pontos de transecto foi no ponto 1 – 16,8 °C e 15,2 °C que foi o menor valor registrado no ponto 5, ou seja, uma diferença de 1,6 °C. O ponto fixo 3 apresentou o maior registro entre os demais pontos fixos e do transecto, com 17 °C, e o menor índice de umidade (88,7 %).

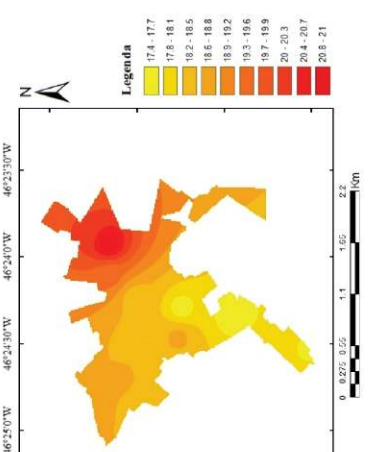
A espacialização dos dados na prancha 1 demonstra o padrão de aquecimento pela manhã nas regiões nordeste e extremo sul da área urbana, onde encontram-se os pontos com índices térmicos mais elevados, ponto 1, ponto 2 a nordeste e no extremo sul representados por ponto 7, ponto 8 e ponto 9. Nesses pontos também são encontrados bolsões de baixa umidade.

Prancha 1 – Diferença térmica e higrométrica, 27/07/2014, Lagoa Formosa (MG).

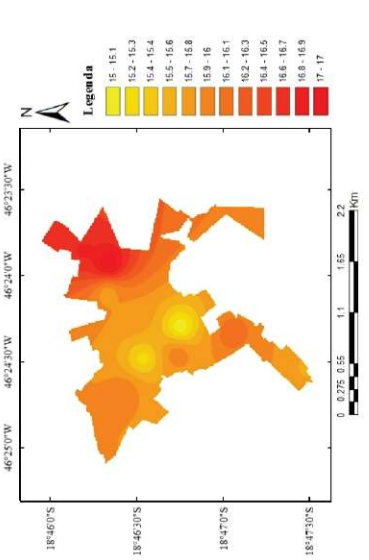
Tempertura (°C) – 9 h



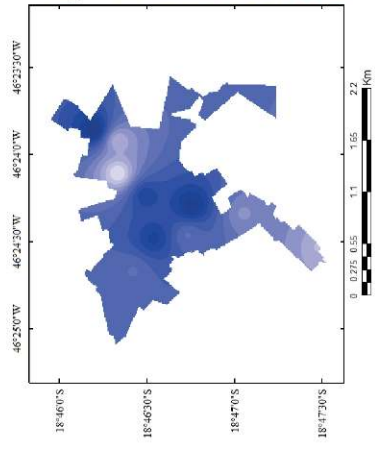
Tempertura (°C) – 15 h



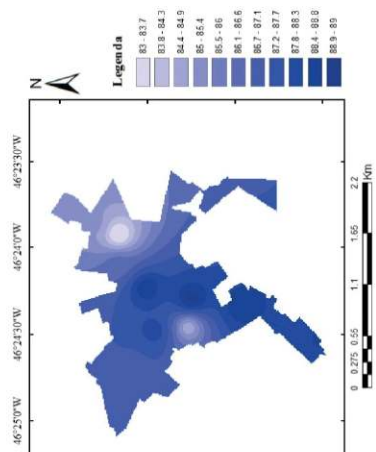
Tempertura (°C) – 21 h



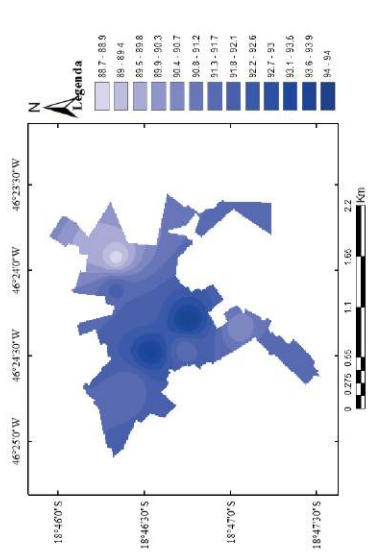
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

No período da manhã, do dia 28/07/2014, tivemos nos pontos 1 e 2 do transecto as menores temperaturas, 17,4 °C e 17,7 °C, e os maiores índices de umidade, ambos com 81,8 %. A temperatura amena no primeiro ponto provavelmente é explicada pela localização em área rural e ambos os pontos estão sob a influência dos ventos, cuja velocidade registrada foi de 3,0 m/s para o ponto 1 e 1,5 m/s para o segundo.

Na prancha 2 é possível notar que as regiões com maior aquecimento no período da tarde se inverteram e a região que pela manhã se mostrou mais amena, nesse período do dia foi a de maior aquecimento, região nordeste. Além disso, o ponto (região sudeste) também se apresentou mais aquecido. Percebemos uma tendência de aquecimento na região central da cidade.

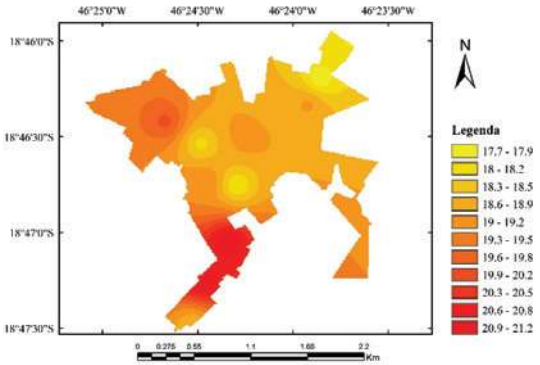
À tarde, às quinze horas, as temperaturas mais elevadas foram registradas nos seguimentos 1, 4 e 8, com valores na casa dos 24°C; o ponto 4 foi o que apresentou o menor índice de umidade (58,2 %). O mesmo se encontra na área central da cidade, composta por estabelecimentos comerciais e residenciais, com movimentação intensa de pessoas e veículos, além de ausência de vegetação no local.

As regiões mais úmidas do período são aquelas apresentadas pelos pontos fixos 1 e 2, diagnosticadas na prancha pela porção sudoeste e noroeste da malha urbana, onde também os padrões térmicos são mais amenos.

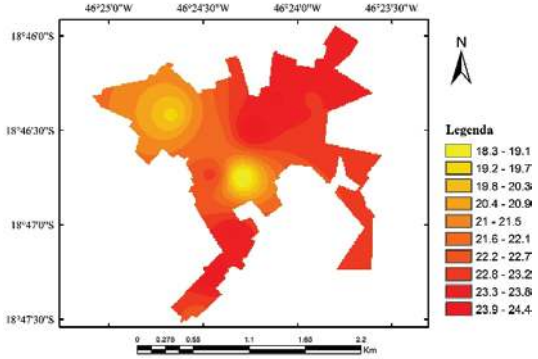
No período noturno há uma queda nas temperaturas, característica do período de inverno. Os pontos fixos 2 e 3 apresentaram valores térmicos na casa dos 20 °C, enquanto os demais pontos pesquisados não ultrapassaram os 18 °C. Os pontos próximos ao rural (P1 e P9) foram aqueles que se apresentaram mais frios, com registros aproximados a 16,5 °C. O índice de umidade para o período supracitado manteve-se na casa dos 80 % até 87 %. Além do ponto fixo 1, que apresentou o valor mais elevado (87 %), tivemos também o registro de 86,6 %.

Prancha 2 – Diferença térmica e higrométrica, 28/07/2014, Lagoa Formosa (MG).

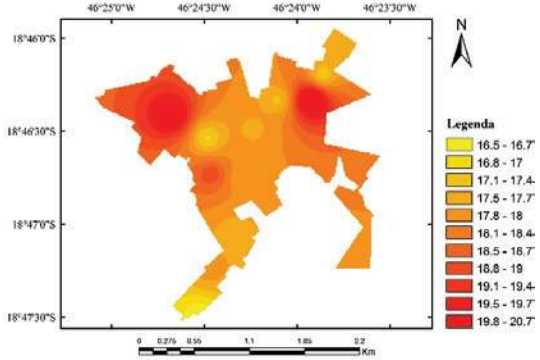
Tempertura (°C) – 9 h



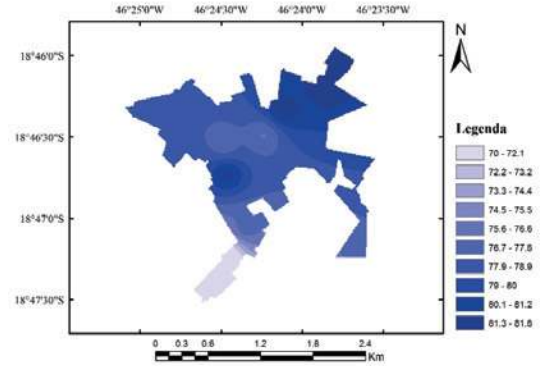
Tempertura (°C) – 15 h



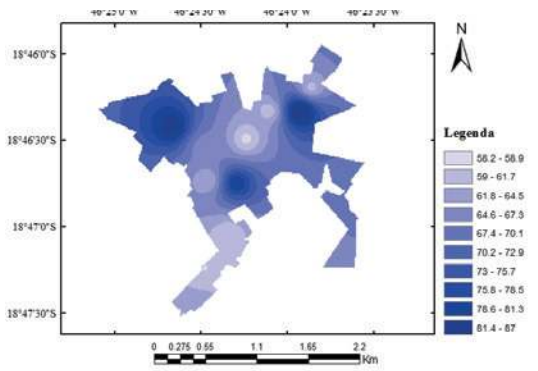
Tempertura (°C) – 21 h



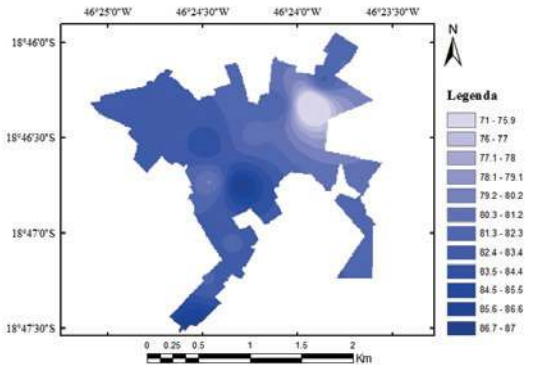
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

Às nove horas as temperaturas tiveram variação de 17° C a 20° C. O maior valor registrado ficou por conta dos pontos 6, 7 e 8; os mesmos se encontram no final do percurso, onde as altitudes tendem a baixar e os ventos não conseguem alcançar com tanta intensidade o que provavelmente pode inferir nas temperaturas registradas.

Foram registrados ventos contínuos e intensos em alguns locais, em destaque estão P1, com ventos para sudoeste de intensidade 4,0 m/s, ponto 5 com velocidade de 2,9 m/s e o ponto 9 marcando 5,6 m/s.

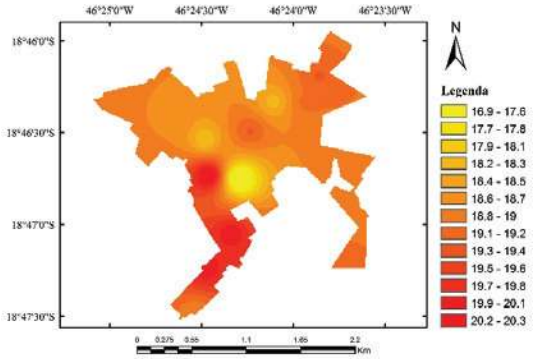
No período vespertino (15 h) as temperaturas sobem e o maior registro 27,7° C encontra-se na Rua Jucá Limírio/Rua Francisca F. Canedo, centro comercial da área urbana, onde concentra-se o maior fluxo de pessoas e veículos abarcando também as edificações mais altas (estas edificações atuam muitas vezes como barreira na circulação dos ventos). Quanto ao índice de umidade, o valor de menor expressão, ou seja, a região mais seca foi registrada no ponto 9 seguido pelo ponto 6.

Já o ponto que obteve menor índice térmico e maior umidade foi novamente o ponto 5 (Orla da Lagoa), marcando 22,1° C e 65,1 %. Os ventos registrados estavam nos sentidos noroeste e sudoeste, no ponto 3 (0,4 m/s) e no ponto 7 (3,9).

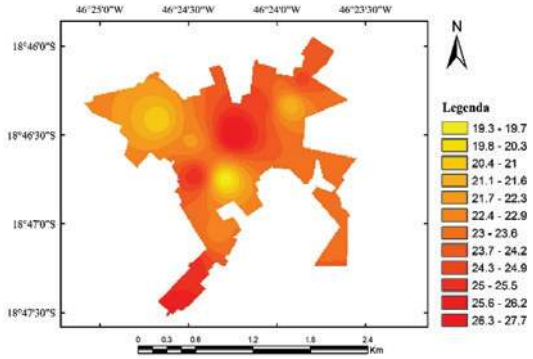
Os mapas apresentados na prancha 3 apresentam um padrão nos pontos aquecidos de manhã e à tarde, sobre as regiões centrais, a sudoeste e ao sul, representando também as regiões mais secas, porém no extremo sul as nove horas, as temperaturas se apresentaram mais amenas. Nos dois horários temos na região sobre influência do ponto fixo 1 e 2 e também dos pontos de transecto 3 e 5, as temperaturas mais amenas, como apontam os dados descritos acima. Nesses mesmos pontos a umidade permanece alta.

Prancha 3 – Diferença térmica e higrométrica, 29/07/2014, Lagoa Formosa (MG).

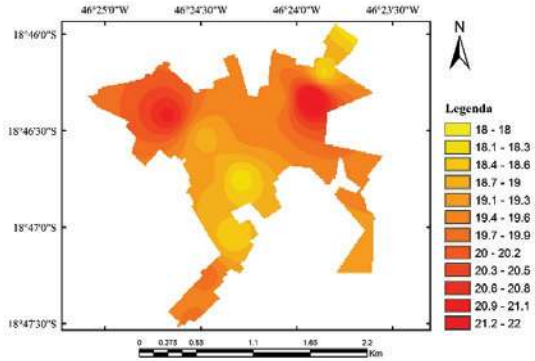
Tempertura (°C) – 9 h



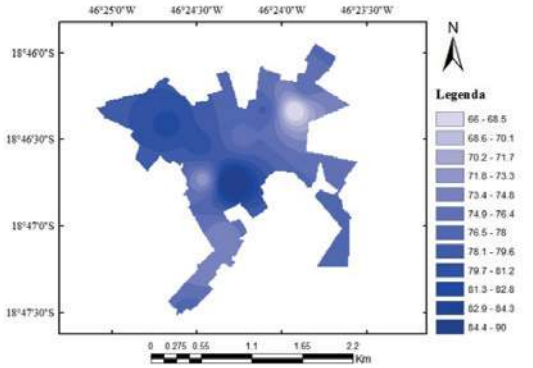
Tempertura (°C) – 15 h



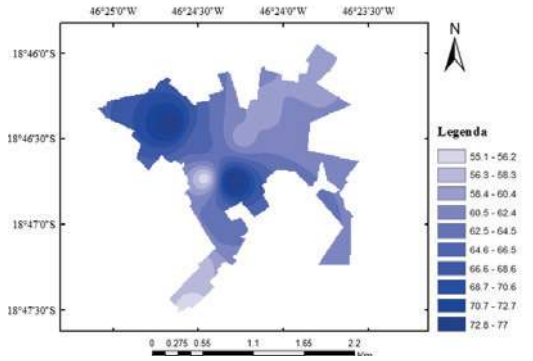
Tempertura (°C) – 21 h



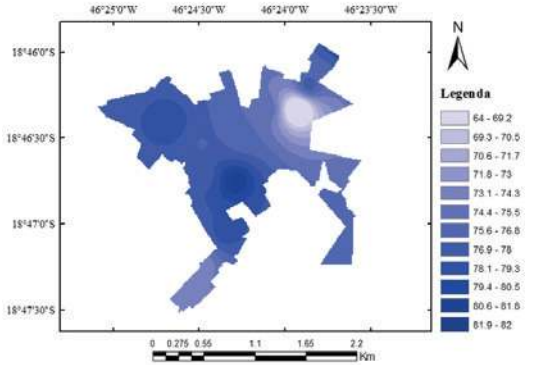
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

Já nas espacializações de temperatura e umidade noturna, o extremo nordeste e as porções sudoeste apresentam características de resfriamento, vistas também a sudeste. Diatrinta as características atmosféricas permaneceram as mesmas com presença de nuvens esparsas e com atuação de ventos constantes durante os três horários do dia.

O ponto fixo 1, às 9h99 min, foi aquele que registrou a menor temperatura 16,7 °C, junto a ele o ponto 5 (19,2 °C) o ponto 3 (19,5 °C), um seguimento constituído pela Praça Ladislau Ferreira Coelho, que apesar de não ser de grande porte é bem arborizada com alta permeabilidade, ambos registraram valores mais amenos nas temperaturas.

Como citado no início desta descrição, os registros de umidade tiveram uma queda, se comparados aos dias anteriores. Tirando os pontos fixos 1 (82 %) e 2 (75 %), todos os outros pontos registraram valores entre 62 e 69 % de umidade. Em consonância aos registros de temperatura, os percentuais de maior umidade, 69,2 % e 68,5 %, foram registrados nos pontos de segmento móvel, ponto 5 e ponto 3, respectivamente.

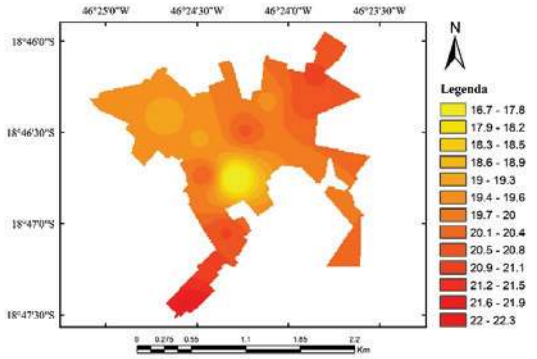
Nos pontos 4 e 6 que houve maior elevação na temperatura do período (25 °C), que também aparece no ponto fixo 3. A elevação da temperatura no ponto 4 é observada com recorrência nos experimentos e as explicações mais prováveis nesta situação apoiam-se na localização, em região central da cidade, e ainda na atuação restrita dos ventos, observados em outros pontos.

O período noturno apresentou as temperaturas mais amenas do dia com média de 19 °C. Já os percentuais de umidade permearam a casa dos 70 %. O ponto 9 apresentou, dentre os valores térmicos, o menor registro, 16,3 °C, e contou com a maior umidade do ar que foi de 79,7 %. Isso pode ser explicado pela localização do ponto em área próximo ao rural e com ocorrência de corpos hídricos circundantes à área.

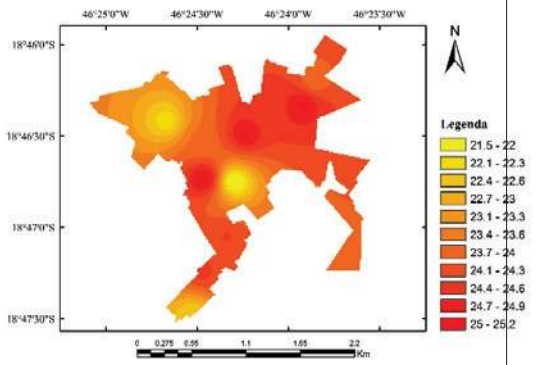
A prancha 4 apresenta a dinâmica das temperaturas e umidade ao longo do percurso. há de se perceber que é no período da tarde que acontece a maior distinção entre as regiões mais aquecidas e aquelas que se apresentam mais amenas, sendo que as regiões central e nordeste foram aquelas com maior destaque no padrão de aquecimento e na baixa umidade.

Prancha 4 – Diferença térmica e higrométrica, 30/07/2014, Lagoa Formosa (MG).

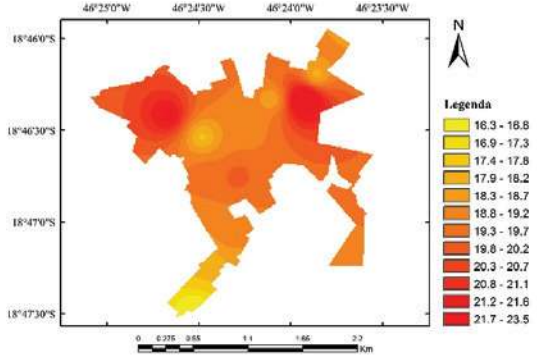
Tempertura (°C) – 9 h



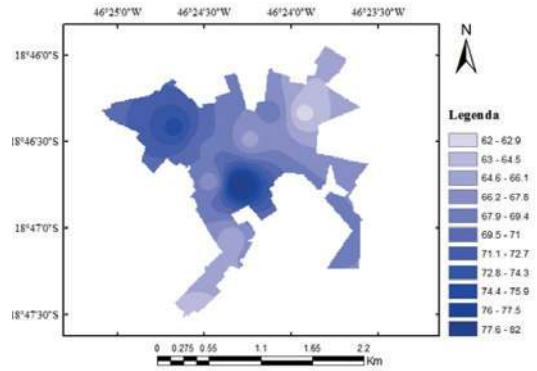
Tempertura (°C) – 15 h



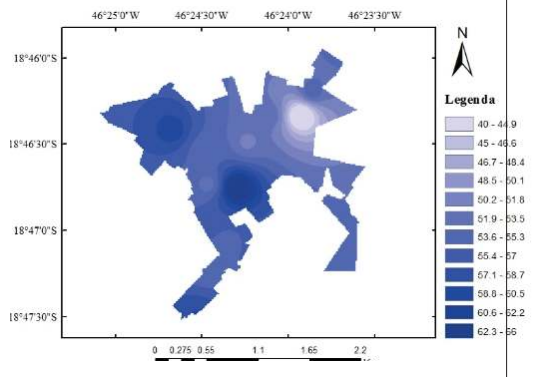
Tempertura (°C) – 21 h



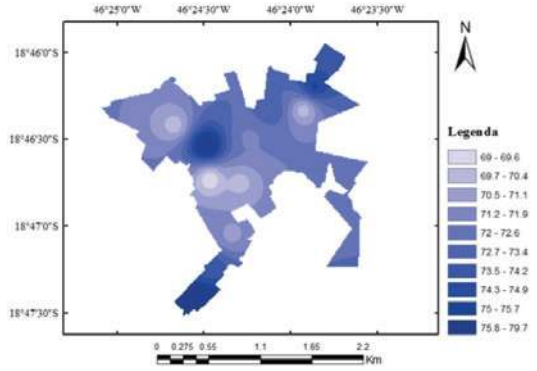
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

O dia 31 de julho de 2014 amanheceu com céu claro, sem a presença efetiva de nuvens. Isso significa que tenho radiação direta e, por isso, a temperatura aumenta, além de aumentar a sensação térmica. Os ventos não foram constantes, sendo mensurados apenas no período da tarde.

Às nove horas as temperaturas foram registradas entre 20,7 °C e 23,7 °C, o ponto menos aquecido correspondeu ao ponto 1, e o mais aquecido ao ponto 8. Isso significa que as diferenças entre as temperaturas alcançaram até 3 °C. Essa diferença também esteve presente nos pontos fixos, porém com 0,6 °C a mais que dos transectos.

Os registros de umidade tiveram em média o percentual de 55 %. Fugindo desse padrão o ponto 1 apresentou o maior índice, 62 %, e o menor valor de umidade, 40,7 %, esteve presente no ponto 7. Nos pontos fixos a umidade média foi maior 69 %, pois o ponto fixo 1 e 2 registraram percentuais elevado de 79 % e 75 %.

Às quinze horas as temperaturas se mostram mais elevadas, com médias de 25,3°C; as umidades acompanham esse aquecimento e tenderam a ter valores mais baixos. Nos transectos o ponto 4 apresentou índice de umidade de 38,3 %, sendo o mais baixo dentre os demais. As descrições anteriores apontam para uma recorrência nas baixas umidades para esse ponto, junto a ele o ponto 6 também apresentou baixa umidade, 39,1 %, pois ambos sofreram fraca atuação dos ventos, a velocidade foi de 0,7 m/s e 0,8 m/s respectivamente.

Às vinte e uma horas, tem-se novamente uma queda nas temperaturas, aumento nos percentuais de umidade e os ventos não atuam em nenhum dos pontos de coleta. A média das temperaturas foi de 19 °C e a umidade permeou na casa dos 62,8 %.

O dia 01/08/2014permaneceu com céu claro, sem expressiva atuação de ventos durante as coletas de dados. A partir desse dia as temperaturas tiveram aumento representativo com queda de umidade, registrando momentos muito secos.

As temperaturas dos pontos de transectos (prancha 5), no período da manhã registraram temperaturas entre 20,5 °C e 25 °C. Os pontos 1 e 3 foram os que registraram os menores índices térmicos (20,5 °C e 20,9 °C), o primeiro se caracteriza pela proximidade com a área rural e a presença de eucaliptos plantados ao longo da estrada, o que possivelmente influi para que as temperaturas permaneçam mais amenas enquanto o ponto 3, que também apresenta maior índice de umidade (64,1 %), está localizado em uma área com arborização representativa, e somado a isso foi um dos pontos que contou com a presença de ventos.

Já os pontos de maior aquecimento foram os pontos 8 e 9, ambos com 25 °C. No final dos transectos observamos que, uma justificativa para esse aumento na temperatura, que pode estar na queda de altitude (860m-841m) em relação aos demais pontos, o que dificulta a circulação dos ventos no local. Os pontos supracitados, juntamente com o ponto 7, registraram os menores índices de umidade relativa do ar com valores de 51 %.

A prancha 6 demonstra que a porção sul foi plotada no mapa como a mais aquecida, acompanhada da região central, que também apresentou ligeiro aquecimento e baixa

umidade. Já no extremo nordeste, juntamente as regiões noroeste e centro-sul, as temperaturas estiveram mais amenas enquanto a umidade mais elevada.

À tarde, a umidade nos pontos de transecto tiveram em média o registro de 35 %. O índice mais baixo foi de 34,1 % no ponto 4, que aparece com os indicadores de baixa umidade se comparado aos demais e nele também se encontra o maior indicador térmico, 30,5 °C. No ponto 1 constatou-se o registro mais elevado no índice higrométrico, 39,1 %, entre os pontos móveis e, junto a isso, a menor temperatura também esteve presente (26,5 °C), repetindo as características descritas no período da manhã.

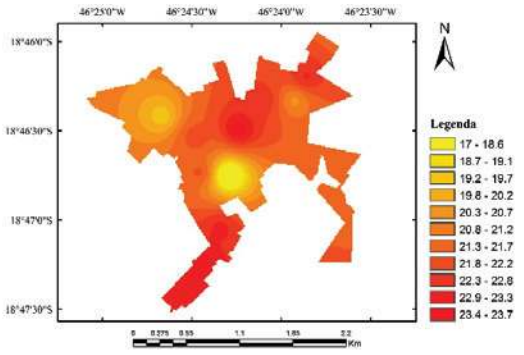
Os ventos foram mais constantes no período das quinze horas, porém nos pontos 2, 4 e 8 não foi registrado no aparelho nenhum manifesto. Já os demais registraram valores entre 0,6 m/s e 3,0 m/s. O registro mais expressivo foi no ponto 1, o que pode ter contribuído para o mesmo ter menores valores térmico e higrométricos.

À noite (21 h) a média para a temperatura do horário foi de 21,9 °C. Nos transectos o menor registro foi no ponto rural próximo (ponto 1) com 19 °C, outros dois pontos que também apresentaram valores baixos para temperatura foram o ponto 2 e o ponto 7 ambos com 20,6 °C. Os valores de temperatura mais altos dos transectos foram de aproximadamente 23 °C nos pontos 8 e 9.

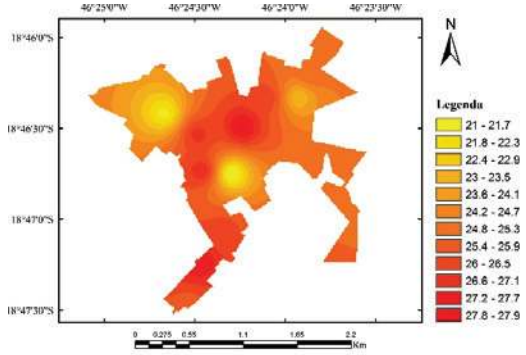
A umidade expressa no horário obteve os maiores registros do dia, com valor médio de 60,8 %, com 7,9 % acima da média; ponto 7 (20,6°C) também registrou os índices de umidade superiores aos demais, 65,2 %. Em contrapartida, o ponto 8 (57,7 %) e ponto 4(58,2 %) apresentaram valores inferiores aos demais pontos.

Prancha 5 – Diferença térmica e higrométrica, 31/07/2014, Lagoa Formosa (MG).

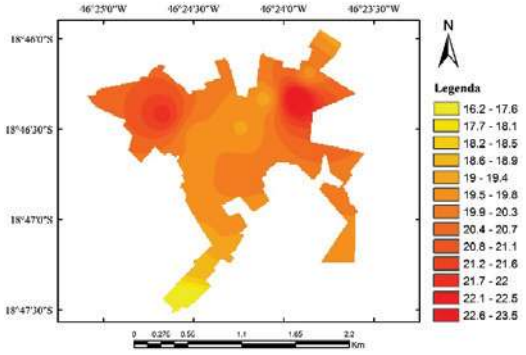
Tempertura (°C) – 9 h



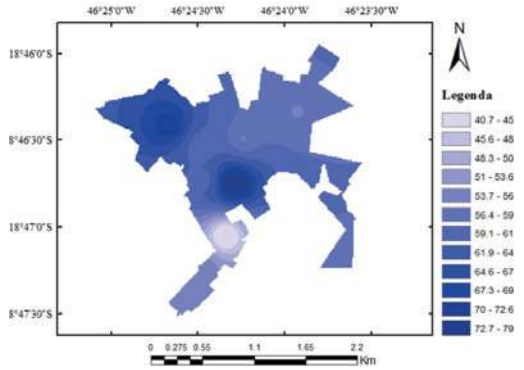
Tempertura (°C) – 15 h



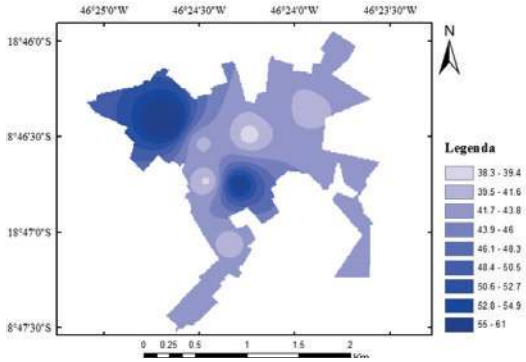
Tempertura (°C) – 21 h



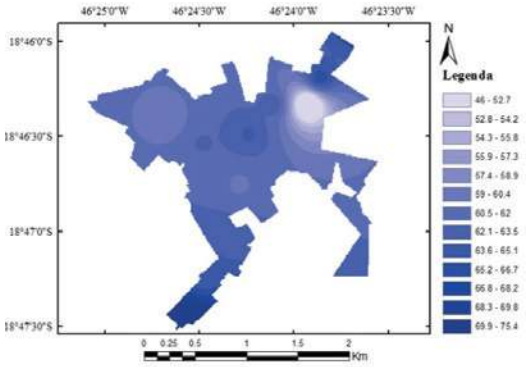
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



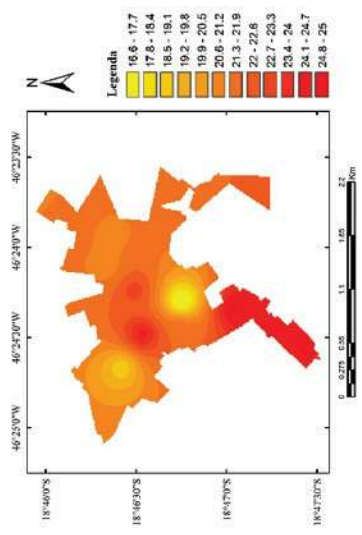
Umidade (%) – 21 h



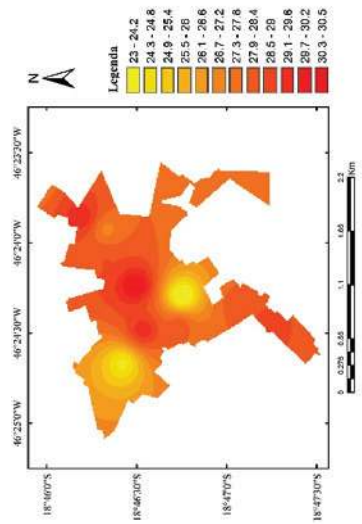
Fonte: CASTRO, 2014.

Prancha 6 – Diferença térmica e higrométrica, 01/08/2014, Lagoa Formosa (MG).

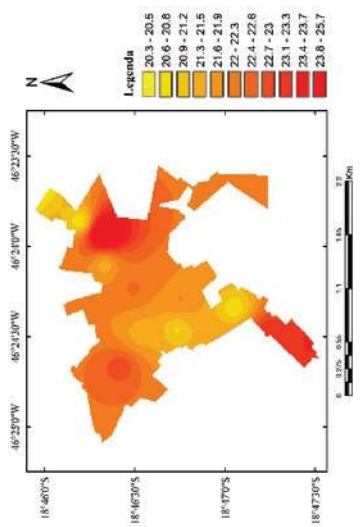
Tempertura (°C) – 9 h



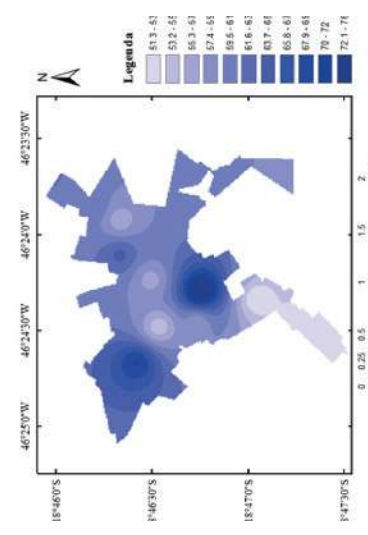
Tempertura (°C) – 15 h



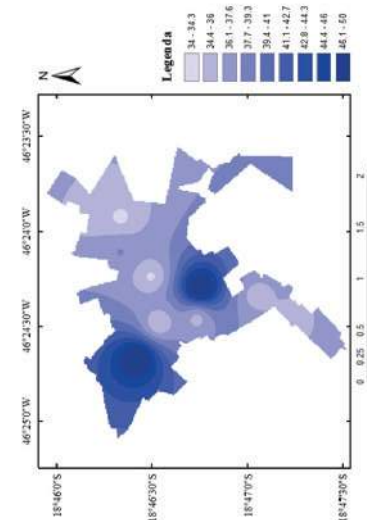
Tempertura (°C) – 21 h



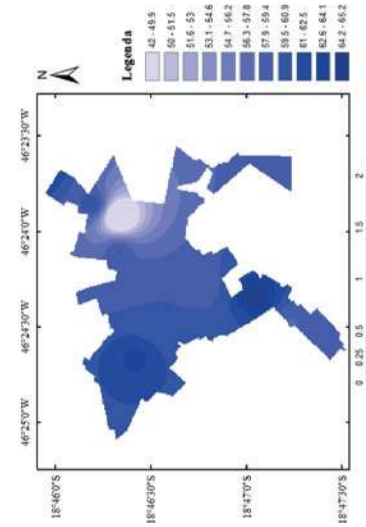
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

Às nove horas (dia 02 de agosto) as temperaturas tiveram uma alternância de 5,5 °C entre os pontos de maior e menor registro. A média foi de 23,4 °C. O ponto mais aquecido foi o ponto 8 com 27,1 °C, local este que também apresentou a umidade mais baixa 48,7 %. A localidade é formada por casas populares muito próximas umas das outras e sem a presença de arborização, contribuindo para o aquecimento local.

Em contrapartida, as temperaturas mais amenas foram registradas no ponto fixo 1 e no transecto ponto 2. No ponto fixo 1 a temperatura registrada foi de 17,4 °C e no ponto 2 foi de 21,6 °C, esse ponto se destaca por possuir uma arborização viária de médio porte em todo canteiro central, contribuindo, desta forma, para temperaturas mais amenas e também um menor índice higrométrico, 63,6 %, superado pelos pontos fixos PF1 e PF2 que registraram 81 e 69 %, respectivamente. Às quinze horas alguns dos pontos estiveram sob influência dos ventos, sendo esses pontos 1 – 1,4 m/s, ponto 2 – 2,0 m/s, ponto 3 – 1,9 m/s, ponto 4 – 2,6 m/s e ponto 5 – 1,3 m/s com predominância para o sentido noroeste.

No período noturno apenas o ponto 1 estava sob influência dos ventos (0,9 m/s) na direção sudoeste. O ponto 1 foi o que apresentou menor valor de umidade 59 %, porém a temperatura de 19 °C foi a média entre os pontos. Ponto 8 e ponto 9 foram aqueles cujas temperaturas estiveram abaixo da média, 16,6 °C e 17,2 °C e a umidade de ambos os pontos foram as que apontaram o maior percentual 71,8 % e 75,2 %.

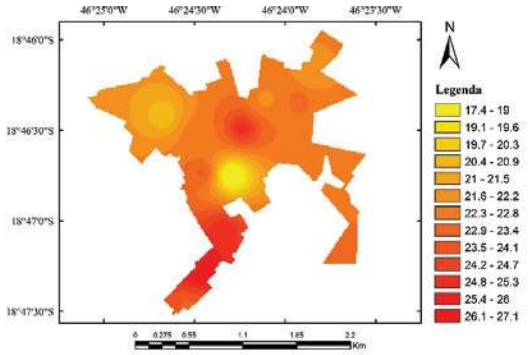
A espacialização dos dados na prancha 7 demonstra o padrão de aquecimento pela manhã nas regiões que compreendem o centro e centro-sul da área urbana, em que os dados tiveram maior registro térmico nos pontos 8 e 4. A espacialização também aponta que nesses pontos são encontrados bolsões de baixa umidade.

No período da tarde os mapas de temperatura e umidade mostram um padrão de índices térmicos mais amenos, com aumento considerável na umidade, nos sentidos sudoeste e centro-sul, representados pelos pontos fixos 1 e 2, seguindo em sentido de resfriamento de sul para sudoeste, onde é encontrada a Lagoa D'água.

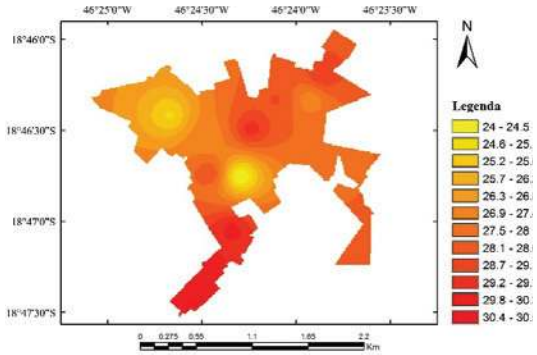
À noite há uma inversão e as regiões antes representadas pelas menores temperaturas e maiores umidades durante a tarde passam a ser aquelas com temperaturas mais elevadas e umidade abaixo da média. (Prancha 7).

Prancha 7 – Diferença térmica e higrométrica, 02/08/2014, Lagoa Formosa (MG)

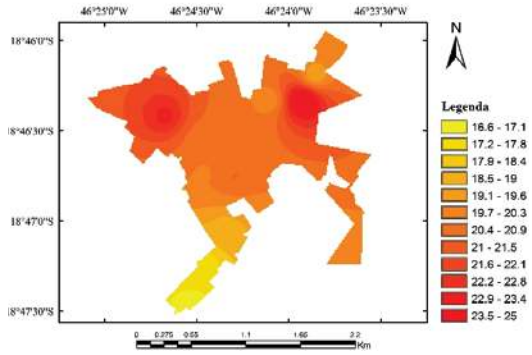
Tempertura (°C) – 9 h



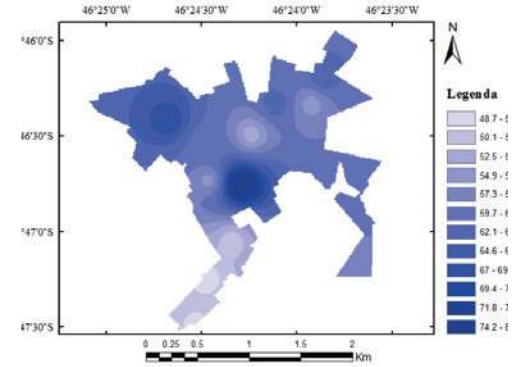
Tempertura (°C) – 15 h



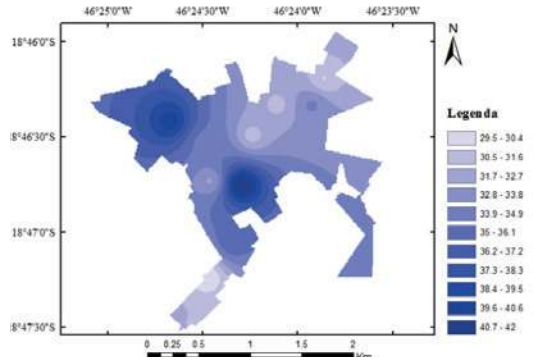
Tempertura (°C) – 21 h



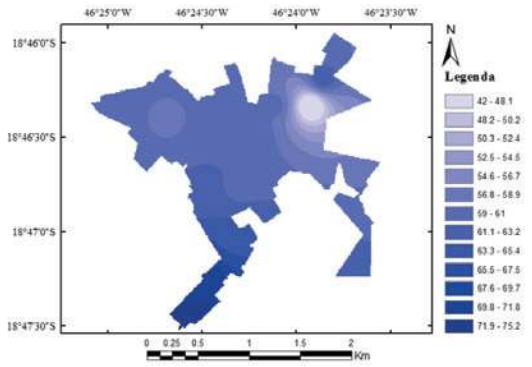
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

Na manhã do dia 3 de agosto, o céu permaneceu claro sem atuação dos ventos. As temperaturas tiveram variação de 5 °C entre os pontos. Os registros mostram que o ponto 8, localizado no limiar da área rural com ocorrência de vegetação circundante (eucaliptos), que podem contribuir para as variações térmicas ao longo do dia. Acredita-se que no período da manhã esse tipo vegetativo impede a chegada das correntes de vento, que pode ter induzido, junto à queda da elevação, o aumento da temperatura, que foi de 25,9 °C. O mesmo registrou o menor índice de umidade 49,7 %.

Entre os pontos do transecto a menor temperatura foi novamente diagnosticada no ponto 1 com 20,9 °C (umidade 62,6 %). As análises apontam para recorrência de temperaturas mais amenas no período da manhã no supracitado ponto, podendo ser associadas. a *priori* pela interferência dos fenômenos do rural próximo.

Às 15 h a média das temperaturas foi de 28,9 °C e a higrométrica 28,2 %. No período foi registrado a presença de correntes de vento de até 2,0 m/s. Ao contrário do que houve no período da manhã, nesse momento do dia o ponto 1 apresentou a maior temperatura (30,5 °C), porém o índice higrométrico foi o maior, 35,7 %, se comparado aos demais, uma anomalia.

A umidade noturna manteve-se acima dos 50 % nos pontos do transecto: 1 – 61,7 %, 8 – 63,2 % e 9– 60,2 % (próximo à área rural) registraram os maiores valores e, por conseguinte, têm permeado entre os pontos mais úmidos no período da noite. Já o ponto mais seco foi o 4, com 53 %, seguindo o padrão dos dias anteriores.

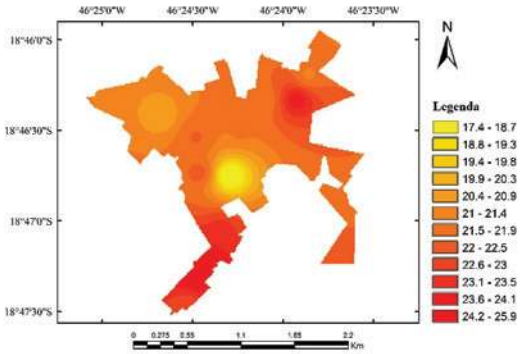
A espacialização dos dados na prancha 8 demonstra o padrão de aquecimento pela manhã nas regiões que compreendem o sul e o nordeste da área urbana, em que os dados tiveram maior registro térmico nos pontos 8 e 3. A espacialização também aponta que nesses pontos são encontrados bolsões de baixa umidade.

É perceptível resfriamento nas áreas noroeste e nos seguimentos sentido sul/sudoeste, onde foram afixados os pontos fixos 1 e 2, se estendendo até o ponto 5 representado pela Lagoa D'água, que, com frequência, no período da manhã apresentaram temperaturas mais amenas.

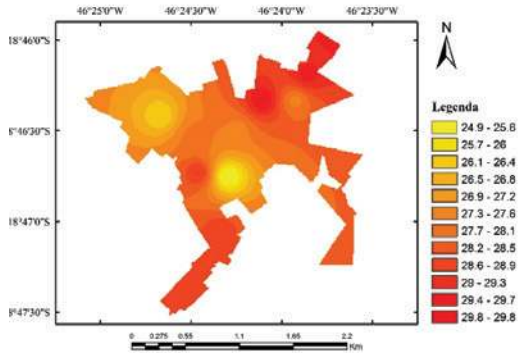
Às quinze horas os mapas de temperatura e umidade mostram um padrão de índices térmicos mais amenos, com aumento considerável na umidade, nos sentidos sudoeste e centro-sul, representados pelos pontos fixos 1 e 2, seguindo em sentido de resfriamento de sul para sudoeste, onde é encontrada a Lagoa D'água.

Prancha 8 – Diferença térmica e higrométrica, 03/08/2014, Lagoa Formosa (MG).

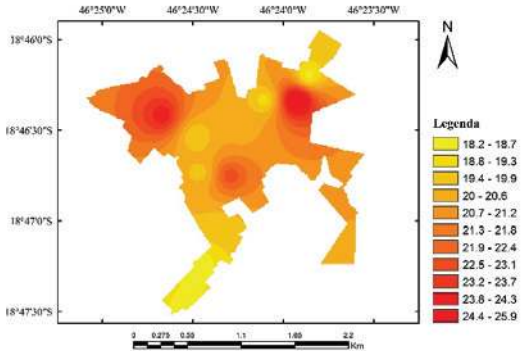
Tempertura (°C) – 9 h



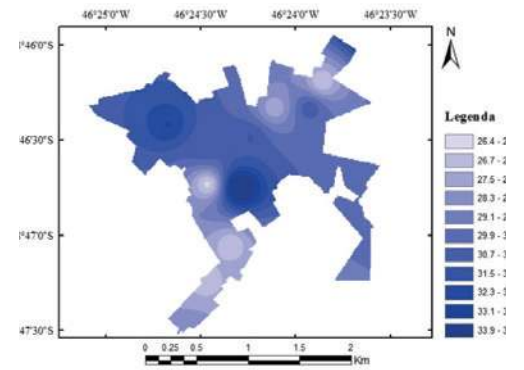
Tempertura (°C) – 15 h



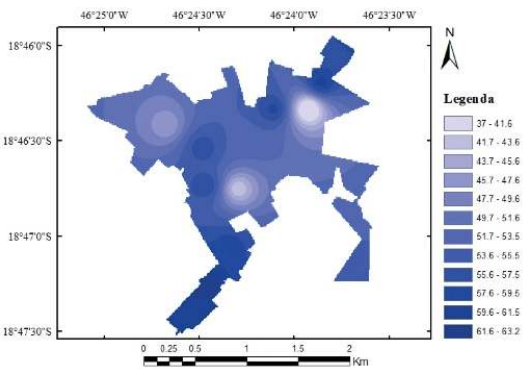
Tempertura (°C) – 21 h



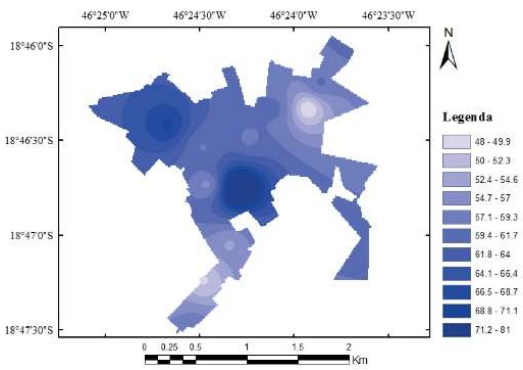
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

A prancha 9, demonstra o padrão de aquecimento pela manhã nas regiões que compreendem o sul, o centro, a leste e a sudoeste da área urbana, em que os dados tiveram maior registro térmico nos pontos. A espacialização também aponta que nesses pontos são encontrados bolsões de baixa umidade. É perceptível resfriamento nas áreas noroeste e nos seguimentos sentido sul/sudoeste, onde foram afixados os pontos fixos 1 e 2, se estendendo até o ponto 5 representado pela Lagoa D'água, que com frequência no período da manhã apresentaram temperaturas mais amenas.

Às quinze horas os mapas de temperatura e umidade mostram um padrão de índices térmicos mais amenos, com aumento considerável na umidade, nos sentidos sudoeste e centro-sul, representados pelos pontos fixos 1 e 2, seguindo em sentido de resfriamento de sul para sudoeste, onde é encontrada a Lagoa D'água. A área que novamente se apresentou mais aquecida e com baixa na umidade está novamente no extremo sul e na região nordeste, onde os pontos apresentaram maior registro térmico. Às médias das temperaturas foi de 31,7 °C. O ponto 1 do transecto foi aquele que registrou a temperatura mais amena, 29,7 °C. O mesmo registrou a umidade mais elevada, 30,7 %, seguido pelo ponto 9, que apesar de ter a temperatura de 31,2 °C, marcou 29,9 % de umidade. Talvez a justificativa para esse fenômeno seja a proximidade dos pontos com a área rural.

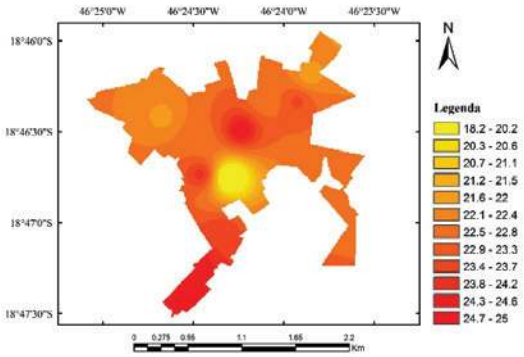
À noite há uma inversão e as regiões antes representadas pelas menores temperaturas e maiores umidades durante a tarde passam ser aquelas com temperaturas mais elevadas e umidade abaixo da média. (Prancha 9)

Já os pontos de maior aquecimento foram 8 e 4, ambos com valor aproximado de 26 °C. No ponto 8 uma justificativa para aumento na temperatura, pode estar na queda de altitude (860m) em relação aos demais pontos, o que provavelmente dificulta circulação dos ventos no local. Já o ponto 4 tem recorrência em altas de temperatura provavelmente pela atuação dos fenômenos diagnosticados em áreas de fluxo intenso de pessoas e veículos, pois esse se encontra na área central, abrangendo a região comercial.

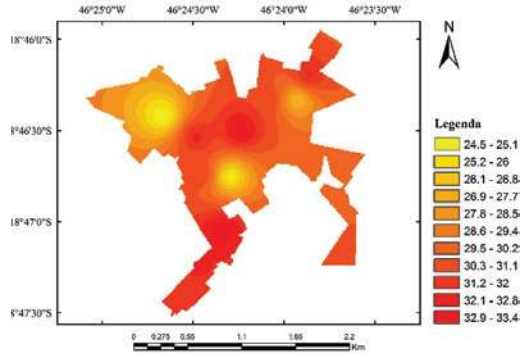
À tarde, a umidade nos pontos de transecto tiveram em média o registro de 35,7 %. O índice mais baixo foi de 30,2 % no ponto 6, que também apresentou a maior temperatura 30,7 °C. Já o maior índice higrométrico (45,2 %) esteve presente no ponto 1, que registrou também uma das menores temperaturas (27,3 °C).

Prancha 9 – Diferença térmica e higrométrica, 04/08/2014, Lagoa Formosa (MG).

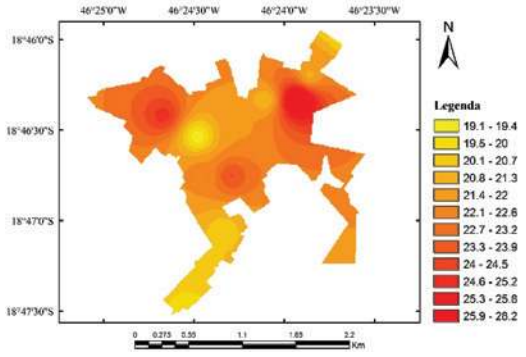
Tempertura (°C) – 9 h



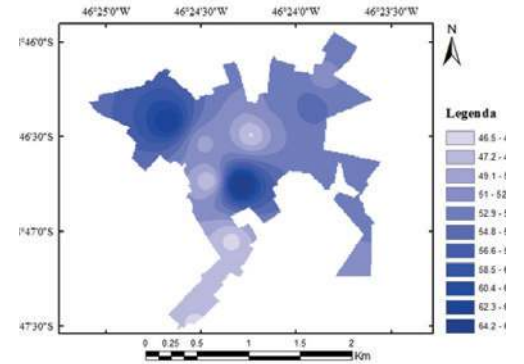
Tempertura (°C) – 15 h



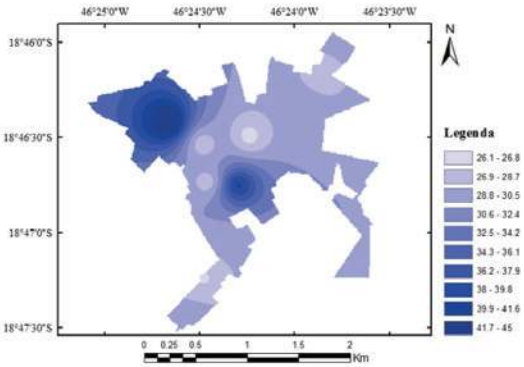
Tempertura (°C) – 21 h



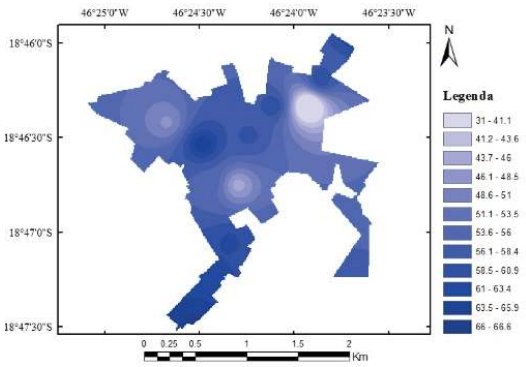
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



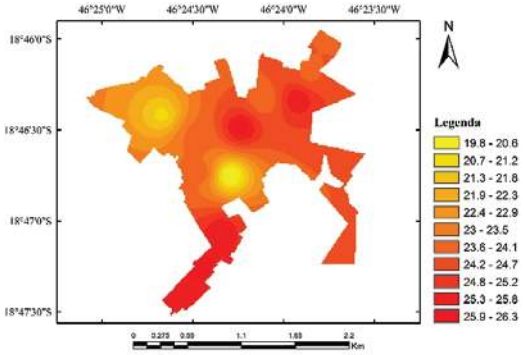
Umidade (%) – 21 h



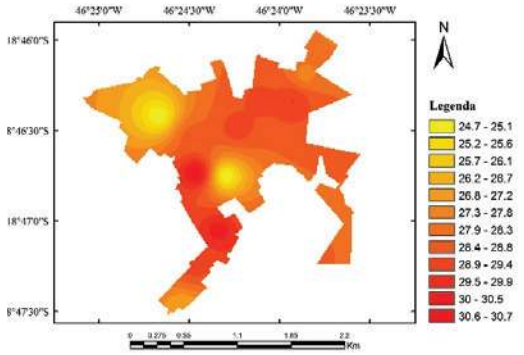
Fonte: CASTRO, 2014.

Prancha 10 – Diferença térmica e higrométrica, 05/08/2014, Lagoa Formosa (MG).

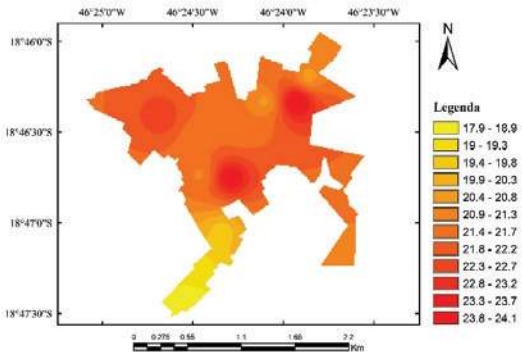
Tempertura (°C) – 9 h



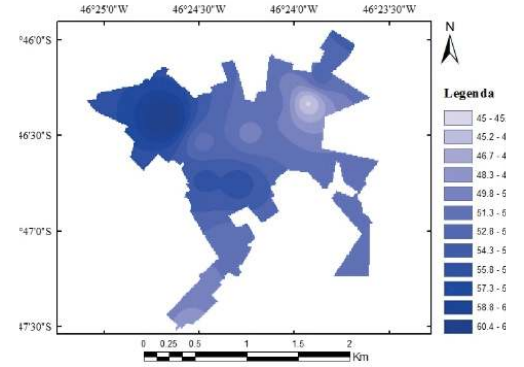
Tempertura (°C) – 15 h



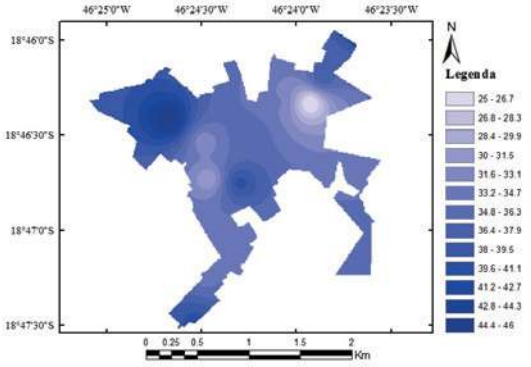
Tempertura (°C) – 21 h



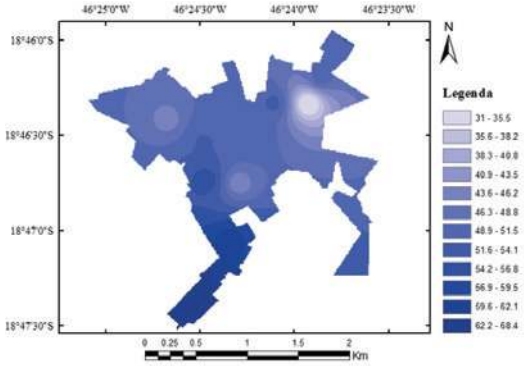
Umidade (%) – 9 h



Umidade (%) – 15 h



Umidade (%) – 21 h



Fonte: CASTRO, 2014.

Na prancha 10 é possível notar que o maior aquecimento no período da tarde está plotado sobre as regiões central e sudoeste. Nestes mesmos sentidos são espacializadas as regiões mais secas, acompanhando a descrição das análises de dados. As regiões mais úmidas do período são aquelas apresentadas pelos pontos fixos 1 e 2, diagnosticadas na prancha pela porção sudoeste e noroeste da malha urbana, além da extremidade sul. Nessas mesmas regiões estão as menores temperaturas.

No período noturno (21 h) houve registro de ventos apenas nos pontos 4, 5 e 9, porém as velocidades não ultrapassaram 2 m/s. foram, respectivamente, registrados 0,4 m/s, 0,7 m/s e 1,1 m/s. A média para a temperatura do horário foi de 20,2 °C. Nos transectos o menor registro foi no ponto próximo ao rural (P9) com 17,9 °C, outros dois pontos que também apresentaram valores baixos para temperatura foram P8 e P7, ambos na casa dos 19 °C.

À noite houve uma inversão e o ponto fixo 1 e 3, que antes apresentavam valores mais amenos de temperatura, na porção noroeste e centro-sul, no período da noite esteve mais aquecido, junto a região leste da cidade que, além de mostrar um padrão térmico acima da média, também contou com a menor umidade. Já as áreas mais frias foram as extremidades sul e nordeste da área urbana com umidade mais elevada. (Prancha 10).

As distribuições espaciais temporais e as análises diárias dos valores térmicos e higrométricos tornaram possível diagnosticar que as características locais de cada ponto como a densidade e o padrão construtivo, a cobertura da terra, densidade de vegetação arbórea e altitude são elementos que contribuem para a produção de um microclima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Lagoa Formosa, apesar de se enquadrar nos padrões de uma pequena cidade, já apresenta, como a maioria dos sítios urbanos brasileiros, problemas ambientais decorrentes, em grande medida, pela despreocupação no planejamento e ordenamento do espaço urbano, acarretando impactos na qualidade de vida e no bem-estar dos citadinos. Esses impactos deveriam, *a priori*, chamar atenção dos responsáveis pelos núcleos urbanos, visto que esses, "continuam a ser o tipo de organização espacial onde se concentra a maioria das pessoas em escala mundial e, simplesmente por este motivo, já merecem atenção especial." (AMORIM 2000, p. 309).

Os fatores contribuem para as variações climáticas na área urbana de Lagoa Formosa (MG). Observou-se com as análises que os elementos de ordem natural, ou como foram chamados anteriormente geoecológicos ou geoambientais, como a altitude, elevação do relevo, direção e velocidade dos ventos, tiveram menos impacto sobre a variação climática. Sendo aqueles de ordem e funcionalidade estrutural urbana os que mais alteram a dinâmica climática do espaço urbano do recorte de estudo. Assim, a característica dos lotes, a presença ou não da vegetação e a maior ou menor densidade construtiva foram fatores mais representativos e relacionados com a distribuição da temperatura e da umidade do ar no intraurbano.

Dessa maneira, é possível afirmar que a ação antrópica e as alterações produzidas no ambiente, principalmente no que concerne o padrão de uso e ocupação da terra, são fatores que condicionam a temperatura e a umidade relativa do ar e contribuem para a existência de um clima específico na área urbana em cidades de pequeno porte.

Os dados apontaram que o ponto 4, localizado em área de intenso movimento de veículos e pessoas, com um padrão construtivo próprio que impede a circulação dos ventos, tem tendência a ser ambiente mais aquecido e com regiões secas, principalmente no período da tarde, quando a incidência dos raios solares sobre o ambiente é mais efetiva e a radiação solar absorvida aumenta a partir das características do material construtivo e seu poder de absorção. Outros três pontos que chamam atenção nas análises como mais aquecidos são ponto 2, ponto 7 e ponto 8, neste, o padrão de densidade construtiva e nos 2 e 8 a relativa queda de altitude, podem ter sido fatores condicionantes para as características apresentadas, nos valores térmicos e higrométricos.

Já os ambientes que demonstram temperaturas mais amenas, proporcionando um conforto térmico maior à população estão em pontos com representatividade arbórea considerável, ou ainda em pontos circundantes ao rural. O ponto 5 é um exemplo de ambiente que apresentou temperaturas mais amenas em relação ao seu entorno. A presença da Lagoa D'água no referente ponto possibilitou que o microclima estivesse que temperaturas mais amenas e índices térmicos mais elevados durante o dia, já no período noturno, pelo fenômeno de regulação térmica, houve alternância no padrão de aquecimento e resfriamento. Outro ponto com padrão arbóreo mais consolidado, localizado na Praça Ladislau Ferreira Coelho, ponto 3, esteve entre os ambientes que em média apresentaram temperatura mais amena e umidade mais elevada.

É preciso ressaltar que nem sempre os espaços intraurbanos apresentaram temperaturas mais altas que os localizados nas áreas próximo ao rural, principalmente no período noturno, quando acontece o fenômeno de inversão térmica.

Não é possível afirmar que no clima urbano de Lagoa Formosa as ilhas de calor ou frescor são produzidas, mas é possível dizer que há uma tendência de aquecimento em certos ambientes, o que ressalta a necessidade de um planejamento estratégico quanto à adequação do espaço urbano citadino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, M.C. de C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente (SP)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas – USP, São Paulo, 2000. 378 p.

ARAÚJO, H. M. O clima de Aracajú na interface com a geomorfologia de encosta. **2° Seminário Ibero-Americano de Geografia Física**. Universidade de Coimbra-Portugal. Coimbra, 2010.

BAPTISTA, M.C **Estratigrafia e evolução geológica do Município de Lagoa Formosa (MG)**. 2004, 172 pág. 172 Dissertação.(Mestrado em Geologia) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases Conceituais em Climatologia Geográfica. **Mercator**, v. 08, n. 16, 2009. pp. 255-261.

CRUZ, J. C. L. **Características térmicas da camada intraurbana em Rio Claro (SP)**. 1995. 189 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FORSDYKE, A.G. **Previsão do Tempo e Clima**. São Paulo: Melhoramentos,1975.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatología aplicada:** clima, médio ambiente y planificación. Madrid: Sintesis, 1996. 285 p. (Serie Mayor. Coleção: Espacios y Sociedades)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@** Disponível em:<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=313750>. Acesso em: dez. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Ecossistemas Brasileiros**. Disponível em:<http://www.ibama.gov.br/> Acesso em: dez. 2015.

MENDONÇA, F. O Clima Urbano de cidade de porte médio e pequeno: aspectos teórico-metodológicos e estudo de caso. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.). **Variabilidade e mudanças climáticas:** implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá: Eduem, 2000, pp. 167-192.

_____; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

_____; MONTEIRO, C. A. de F. (Orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2.ed. 2015, 192 p.

_____;_____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, São Paulo, n. 1, pp. 1-21, 1971.

_____; _____. **Teoria e clima urbano.** 1976. 181 f. Tese (Doutorado) – Curso de

Geografia, Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976. Cap. 4.

_____;_____. **Clima e Excepcionalismo:** conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: EdUFSC, 1991. 241 p.

_____ et al. **A construção da climatologia geográfica no Brasil.** Campinas: Alínea, 2015. 194 p.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG).** 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Geografia, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Cap. 3.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **População mundial**. Disponível em:<https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/> Acesso em: ago. 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA (O.M.M.). Disponível em:<https://www.wmo.int/pages/index_es.html> Acesso em: ago. 2014.

SANTOS, A. M. **Climatologia e Geologia**. Departamento de Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Federal de Rondônia, UFRO, Porto Velho. 2005.

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

ESTUDO DOS VENTOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DE JUIZ DE FORA (MG): UM ENSAIO DA ESPACIALIZAÇÃO DE SEUS FLUXOS

THE WINDS STUDY' IN THE CENTRAL AREA TO JUIZ DE FORA CITY (MG): A TEST OF THE SPECIALIZATION OF ITS FLOWS

ESTUDIO DE LOS VIENTOS EN LA ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE JUIZ DE FORA (MG): UNA PRUEBA DE SUS ESPACIALIZACIONES

Daiane Evangelista de Oliveira
Mestre em Geografia – PPGEO/UFJF;
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /LABCAA/UFJF
daiane.evangelista.oliveira@gmail.com

Débora Couto de Assis
cassis.debora@gmail.com
Mestre em Geografia – PPGEO/UFJF;
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /LABCAA/UFJF
cassis.debora@gmail.com

Franciele de Oliveira Pimentel
Mestranda em Geografia – PPGEO/UFJF;
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /LABCAA/UFJF
tiele_pimentel@gmail.com

Cássia de Castro Martins Ferreira
Docente – PPGEO/UFJF;
Coordenadora do LABCAA/UFJF;
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /LABCAA/UFJF
cassia.castro@ufjf.edu.br

Yan Carlos Gomes Vianna
Mestrando em Geografia – PPGEO/UFJF;
Geógrafo responsável técnico pela estação meteorológica do INMET/UFJF;
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental /LABCAA/UFJF
yan.vianna@ufjf.edu.br

Resumo: Ventos são complexos, mutáveis e muito imprevisíveis, podendo trazer inúmeros benefícios ou transtornos à sociedade. No entanto, ainda são poucos os estudos na climatologia brasileira que têm essa variável como elemento central da pesquisa. É partindo desse contexto e da constatação de que há em um clima urbano distintos gradientes barométricos produzidos a partir dos materiais que constituem as cidades (naturais ou antrópicos), que o presente ensaio metodológico traz como objetivo estudar os sentidos/direções possíveis dos ventos em uma área no centro da cidade de Juiz de Fora (MG), considerando os possíveis fatores que viriam a influenciar no fluxo do ar (relevo e altura dos edifícios) e a formação ou não de corredores de ventos. O estudo se deu utilizando-se de coleta em campo e em laboratório, através do software ArcGIS 10, e chegou-se a conclusões de que a direção dos ventos é variável principalmente conforme a localização do ponto e a hora do dia, apresentando constância na velocidade dos mesmos, prevalecendo as de até três quilômetros na região baixa da cidade (setecentos metros) e até seis quilômetros no ponto da UFJF (940 metros), e inconstância no sentido, não havendo direções predominantes.

Palavras–chave: Vento; Movimentação do ar; Fatores climáticos urbanos; Clima urbano;

Abstract: Winds are complex, changeable and very unpredictable, being able can bring numerous benefits or disorders to society. However, there are still few Brazilian climatology studies which has this variable as the central element of the research. After starting from this context, and whereas to have has different urban climate barometric gradients, produced from materials that constituent the cities (naturals or anthropics), which the objective of this study is mapping and see the possible directions of the winds at the center of Juiz de Fora (MG), considering the possible factors that would influence the air flow (relief and height of the buildings) and the formation or not of wind corridors. The study was carried out using of research in fieldand laboratory, in using make ArcGIS 10 software and arrived at the conclusions that the direction of the winds varies mainly according to the location of the point and time of day; show constancy in the speed of the winds, prevailing those of up to 3 km in the low region of the city (up to 700 meters) and up to 6 km in the UFJF point , that is located at an altitude of 940 meters of altitude; and inconstancy in the direction, with no predominant directions.

Keywords: Wind; Air movement; Urban climate factors; Urban climate;

Resumen: Los vientos son complejos, cambiantes, impredecibles, y pueden traer numerosos beneficios o los trastornos a la sociedad. Sin embargo, hay pocas investigaciones entre los estudios brasileños del tiempo que tienen esta variable como un elemento central de la investigación. Es a partir del este contexto, y el la hallazgo de que hay en un clima urbano gradientes de presión barométrica distintas producidas a partir de los materiales que constituyen las ciudades (naturales o antrópicos) que este ensayo metodológico aporta a estudiar los sentidos/posibles direcciones de los vientos en una área en el centro de la ciudad de Juiz de Fora (MG), teniendo en cuenta los posibles factores que puedan influir

en el flujo de aire (relieve y altura de los edificios) y la formación de los corredores del vientos. El estudio se realizó utilizando la recogida en el campo y en el laboratorio, a través del software ArcGIS 10, y llegó a las conclusiones de que la dirección del viento se varía principalmente en función de la ubicación del punto y la hora del día; con una constancia de la velocidad del viento, que prevalece el hasta 3 kilómetros en la zona del centro de la ciudad (cerca del 700 m) y hasta 6 km en el punto UFJF, que está situado a una altitud de 940 metros; yuna inconstancia en orden, sin direcciones predominantes.

Palabras clave: Viento; Movimiento Del aire; Factores climáticos urbanos; Clima urbano;

INTRODUÇÃO

A terminologia vento pode ser encontrada em poemas, músicas, livros, reportagens e em todo o folclore de uma região. E não são só os tornados e ciclones, que dada a suas magnitudes, e por causarem arritmia na ciclicidade dos tipos de tempo, que ficam registrados na memória afetiva dos indivíduos, também as brisas, que são ventos de menor intensidade estão presentes nas lembranças de uma pessoa, uma vez que podem marcar as características de uma região, como no caso das brisas marinhas e de montanhas. A percepção da movimentação do ar, denominada vento, está presente direta ou indiretamente na vida dos indivíduos.

Porém, se no senso comum as observações dos tipos de vento já fazem parte de todo um cotidiano em sociedade, no meio científico há ainda muitas imprecisões e incertezas quanto às manifestações do mesmo. Muito se sabe sobre a origem e principais direções dos ventos em grande escala, mas pouco sobre a movimentação que se dá em baixa atmosfera. A complexidade dos materiais que constituem a superfície terrestre ressalta as incertezas que possuem a movimentação mecânica dos gases que constituem o ar.

Em meio urbano essa situação é ainda mais acentuada. Há nesses espaços uma coabitação de elementos naturais (relevo, corpos hídricos, vegetação) e antropizados (prédios, casas, vias de circulação, automóveis) que produzem tipologias climáticas distintas e que, dada a velocidade de mutação da dinâmica social citadina, acentuam e alteram as principais direções de movimentação do ar, desenvolvendo relações climáticas muito específicas para cada sítio urbano.

Partindo dessas incertezas, e considerando a importância de se conhecer a dinâmica dos ventos, o presente ensaio metodológico traz como objetivo identificar e estudar os principais fluxos de direcionamento e velocidade dos ventos em uma área central da cidade de Juiz de Fora (MG), levando em consideração os fatores que podem influenciar no fluxo do ar e na formação de corredores de vento, tais como o relevo, a altura dos edifícios e as vias de circulação viária.

Estudos desse tipo são de fundamental importância, pois estão relacionadas à produção de energia eólica, às obras de engenharia e arquitetura, à produção agrícola e pecuária, à melhoria da qualidade do ar, além de aplicações em índices de conforto térmico/sensação térmica.

REFERENCIAL TEÓRICO

A análise da bibliografia da produção brasileira em climatologia indica que, se comparado com os outros elementos meteorológicos (Precipitação e Temperatura do Ar), poucos estudos têm o vento como centro da investigação, o que se justifica pela dificuldade encontrada na disponibilidade de aquisição de equipamentos e nas incertezas que permeiam a sua modelagem.

Buscando resgatar a presença, inconstâncias e peculiaridades em registros históricos, constata-se que há muito tempo o vento vem sendo observado e, para além da observação, tendo suas gêneses e trajetórias sendo explicadas. No senso comum do homem primitivo, por exemplo, a crença de que forças ocultas regiam a natureza e que os fenômenos naturais seriam como os sentimentos humanos (raiva, alegria, tristeza), fazia com que se justificassem as arritmias nas manifestações dos ventos, e dos outros elementos meteorológicos, em analogia ao comportamento humano (ELY, 2006). Havia uma forte influência do misticismo na explicação dos acontecimentos, como no caso dos índios brasileiros que acreditavam que seres divinos regiam o clima e que enviavam ou não os ventos que trariam chuvas (SANT'ANNA NETO, 2001).

Conforme ressaltado por Ely (2006), já na Antiguidade Clássica, quando os filósofos gregos buscavam explicações para certos fenômenos climáticos já se buscava o entendimento do vento, o qual era compreendido como um fluxo de ar. No entanto, é no período das grandes navegações que se intensificam a criação de técnicas (ainda que rudimentares) para a medição da direção e intensidade dos ventos, o que auxiliavam no translado marítimo de forma mais objetiva e segura, uma vez que possibilitaria a prevenção à ocorrência de tempestades e furacões (ELY, 2006).

Alguns estudos também tiveram destaque a partir das Revoluções Industriais. A inserção progressiva de indústrias e de automóveis trouxe a poluição do ar como um de seus transtornos, fazendo com que o entendimento do melhor local para a inserção de indústrias estivesse dentre as pautas das questões ambientais. O advento do modo de produção capitalista exigia novas formas de pensar o espaço e o desenvolvimento de equipamentos para a obtenção de dados dos elementos atmosféricos, dentre eles os de vento, viriam no controle e mitigação de impactos.

O advento da meteorologia sinótica é também um marco aos estudos climáticos. O entendimento dos campos barométricos significou um avanço à compreensão dos ventos, uma vez que é em decorrência do gradiente de pressão atmosférica que se tem a formação desses.

Convergindo de uma área de Alta para Baixa pressão atmosférica, tem-se que "a principal causa de movimentação do ar é o desenvolvimento de um gradiente de pressão horizontal por meio das diferenças espaciais no aquecimento superficial e das mudanças consequentes na densidade e pressão do ar" (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 143), uma vez que "por ser gasoso, o ar obedece às leis da dinâmica dos fluidos" (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 75). Essa dinâmica ocorre de forma similar nas escalas horizontais e verticais e a movimentação do ar se dá seguindo as relações que existem entre atmosfera e superfície.

Duas camadas verticais principais podem ser distinguidas na atmosfera e se portarão de maneiras distintas. Conforme ressalta Vianello e Alves (2012, p. 242):

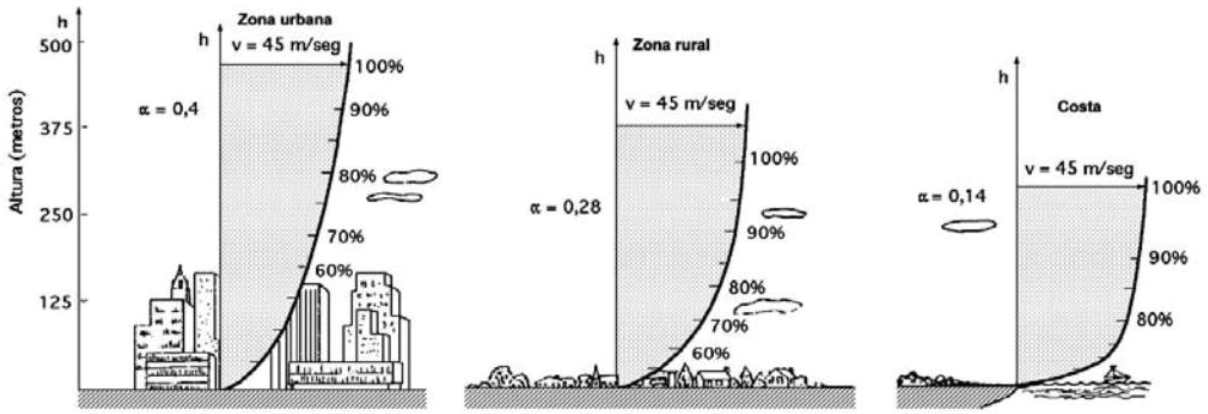
> uma é identificada como camada limite planetária, estendendo-se da superfície da Terra até, no máximo, três quilômetros de altura, compreendendo em torno de 10 % da massa atmosférica... acima da camada planetária, as forças viscosas anulam-se e o escoamento não sofre os efeitos do atrito. Essa segunda região é conhecida como atmosfera livre (VIANELLO e ALVES, 2012, p. 242).

A circulação do ar nessas áreas terá características próprias e quanto mais próximas da superfície registrarão ventos com menores velocidades. Mesmo sendo o gradiente de pressão entre as áreas que irá controlar a velocidade do vento, o qual será mais veloz quanto mais forte este for (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007), há elementos nesta (como prédios, casas, árvores, colinas, outros) que se portam como obstáculos à sua movimentação e exercem um efeito friccional no ar (BARRY; CHORLEY, op. cit.). Este se move "mais livremente longe da superfície, pois não está sujeito aos efeitos retardantes do atrito e da obstrução" (BARRY; CHORLEY, op. cit., p. 152).

O relevo local, por exemplo, é um fator que vem a influenciar na velocidade e direção dos ventos, pois as correntes de vento diminuem a velocidade quando entram em contato com as variações no modelado do terreno (MASCARÓ, 1991).

Rugosidades formadas por barreiras antrópicas também retardam a velocidade dos ventos, como é o caso do papel exercido pelos materiais que constituem as cidades. Em áreas urbanas (figura 1) os ventos têm sua velocidade reduzida e a presença de construções civis pode favorecer ainda à formação de *canyons* urbanos que, dispondo-se espacialmente como uma espécie de corredor de edificações elevadas, concentradas e separadas pelas vias de circulação, trazem novas possibilidades de direcionamento para os ventos.

Figura 1 – Perfil de velocidade do vento em diferentes localidades



Fonte: D'iez, (2003) apud Nunes Junior (2008).

Também a inércia térmica desses constituintes precisa ser considerada, pois podem criar campos barométricos distintos e favorecer a movimentação de ventos de formação local. "Ventos locais decorrem de um gradiente de pressão local que se estabelece como resultado do aquecimento diferencial da superfície com a alternância do dia e da noite" (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 79), e está exemplificada por Barry e Chorley (2013, p. 152):

> Em condições normais, as velocidades do vento tendem a ser menores perto do amanhecer, quando existe pouca mistura térmica vertical, e o ar mais baixo é menos afetado pela velocidade do ar acima. Da mesma forma, as velocidades de certos ventos locais são maiores ao redor das 13-14 horas, quando o ar está mais sujeito ao aquecimento terrestre e ao movimento vertical, desse modo possibilitando um acoplamento com o movimento do ar superior (mais veloz) (BARRY; CHORLEY, 2013, p. 152).

Exemplos deste fenômeno são as brisas marítima e oceânica, a brisa terrestre e a continental e as brisas de vale e de montanha. A força que rege tais ventos apresenta muitas variáveis de formação e, se comparadas às principais forças planetárias, representam maiores problemas à sociedade (BARRY; CHORLEY, op. cit.). "As tendências diurnas se sobrepõem aos padrões de grande e pequena escala da velocidade do vento, sendo particularmente notável no caso de ventos locais" (BARRY; CHORLEY, op. cit., p. 152).

A compreensão das movimentações do ar próximo à superfície é importante (VIANELLO e ALVES, 2012). Considerar fatores como os padrões de construção urbana, a cobertura da terra e a morfologia do terreno, assim como a incidência da radiação solar (que influencia a variação diária dos ventos) e a chegada de uma massa de ar de propriedades termodinâmicas muito diferentes daquelas atuantes até então, é tornar possível aferir certas relações de movimentação do ar, que não seriam possíveis em caso contrário.

O estudo do clima das cidades, por exemplo, teve um grande avanço quando dentre as teorias do *Sistema Clima Urbano,* propostas por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (2009), foram apresentadas proposições que destacavam os ventos em sua dialética com a produção do espaço urbano. Para o autor haveria canais de percepção do clima das cidades, dentre os quais o da qualidade do ar, denominado subsistema *Físico-Químico*, onde a ventilação urbana seria peça central para a difusão da poluição atmosférica, uma vez que "a ventilação, a partir de seus componentes intrassistêmicas tem o papel de difundir os poluentes" (MONTEIRO, op. cit., p. 52), e o subsistema *Termodinâmico,* que teria no vento uma das variáveis centrais para o cálculo do conforto térmico.

Monteiro (op. cit.) destaca ainda que a presença das ilhas de calor urbanas criaria um fluxo específico de ventilação porque formaria campos térmicos distintos, que, consequentemente, representariam novos gradientes de pressão atmosférica. E como "a geração da ilha de calor é suficiente para desencadear uma ventilação urbana, que

se alterna com aquela local do quadro geoecológico e aquela mais ampla da circulação regional" (MONTEIRO, op. cit., p. 44), a compreensão da movimentação e dos fluxos correlacionando-os com os materiais que constituem o urbano são, portanto, fundamentais.

Partindo deste contexto, a seguir, será apresentada uma metodologia que foi utilizada para a proposição deste ensaio sobre o estudo dos ventos, tendo uma cidade de porte médio e caracterizada por ter no relevo e padrões de cobertura da terra seus principais formadores de tipologias climáticas, como unidade territorial de estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O propósito do trabalho foi estudar a relação que há entre os fluxos de velocidade e direção dos ventos em superfície na área central da cidade de Juiz de Fora, MG, dando ênfase aos componentes constituintes do urbano e o relevo local. Foram utilizadas bases cartográficas e alfanuméricas, coletadas e/ou produzidas em campo e em laboratório. A metodologia pôde ser dividida em quatro etapas: a) caracterização da área de estudo, b) escolha de pontos amostrais, c) Coleta e manuseio de dados, d) Síntese final.

a) Caracterização da área de estudo

Em primeiro lugar cabe aqui definir e caracterizar a base territorial que foi delimitada para o estudo. Neste teve-se maior atenção nas caracterizações gerais da área de estudo que levassem em conta as questões ligadas ao parcelamento, uso e cobertura da terra, aos fatores morfológicos do relevo e aos processos sinóticos e elementos meteorológicos, pois são esses que irão influenciar na formação e fluxos dos ventos na cidade.

Juiz de Fora está localizada na zona da Mata mineira, no Sudeste do estado de Minas Gerais (figura 2). Possui uma área de 1.429,875 km², quatro distritos (Juiz de Fora [sede], Torreões, Rosário de Minas e Sarandira) e uma população de 516.247 habitantes (IBGE, 2010), sendo que 98,9 % deste total é população urbana, restando apenas 1,1 % de rural.

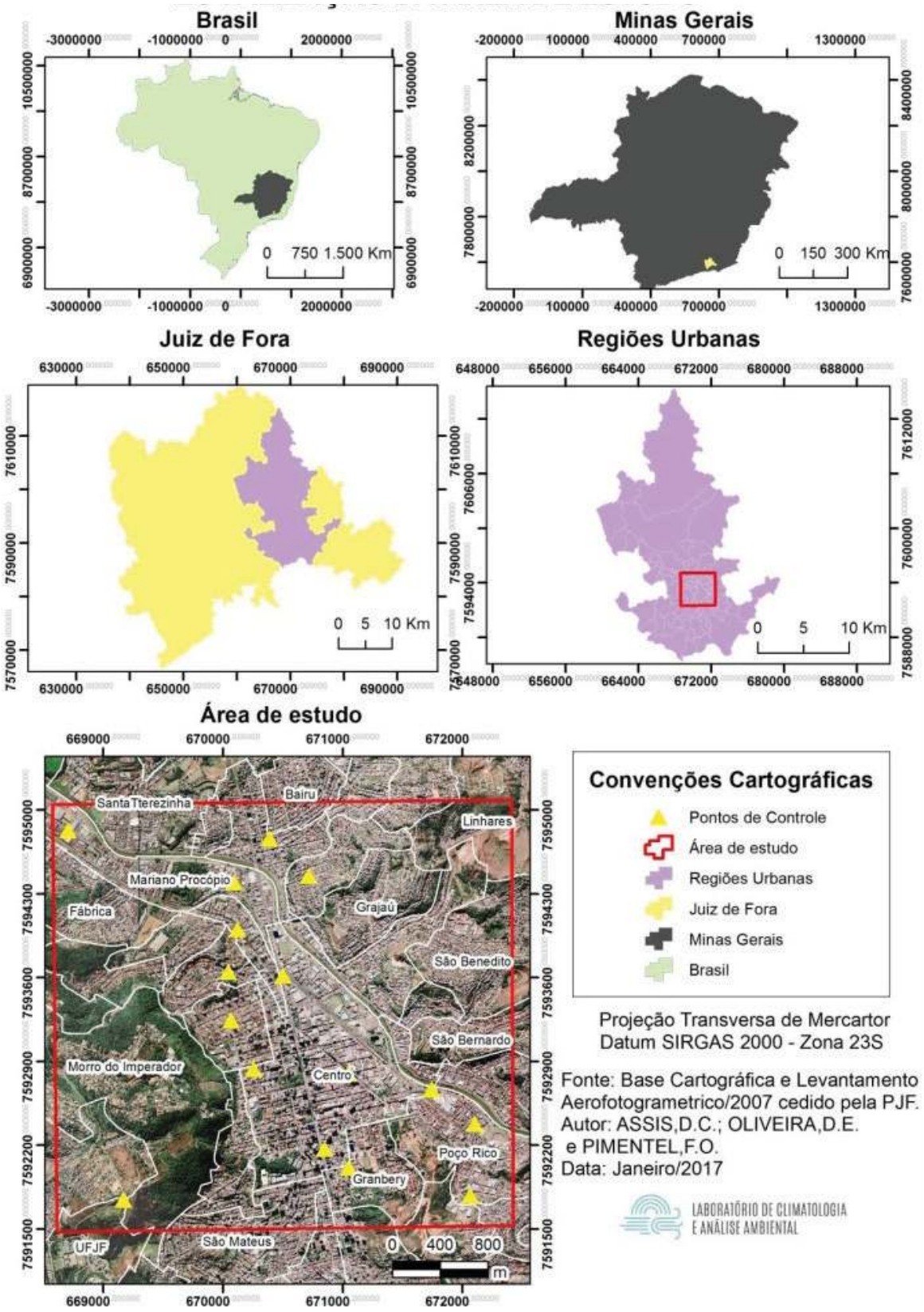
A cidade se destaca por ser um polo regional, atraindo pessoas de toda a região da Zona da Mata, o que intensifica o fluxo de veículos automotores na região central da cidade. Nesse, mesmo havendo leis que buscam orientar o vetor de crescimento urbano para a região norte da cidade, em tentativa de atenuar os efeitos da urbanização e concentração desorganizada, ainda hoje possui uma movimentação diária intensa de lazer, negócios, trabalho e comércio, persistindo a concentração de pessoas, veículos, imóveis etc.

O que vem como consequência do fato de Juiz de Fora só ter conhecido uma legislação sobre o uso e ocupação do solo urbano em 1986, com as leis 6908/86 que dispõem sobre o Parcelamento do Solo, a 6909/86, sobre o Código de Edificações e a 6910/86, sobre o Ordenamento do Uso e Ocupação do Solo (TASCA, 2010). Foi somente nos anos 2000 que se concretizou a elaboração e aprovação de um plano diretor para a cidade.

A cidade é dividida em 81 regiões urbanas (termo concebido em 1989, através do Decreto do Executivo 04195/1989), caracterizadas por unidades menores e mais coesas, quanto às suas características, do que as unidades territoriais (UT's). Esta pesquisa abrangeu nove das regiões urbanas, as quais todas fazem limite com a região urbana Centro, estas são: Granbery, Jardim Glória, Jardim Paineiras, Jardim Santa Helena, Manoel Honório, Mariano Procópio, Morro da Glória, Nossa Senhora Aparecida e Poço Rio.

Em termos de caracterização ambiental, o município de Juiz de Fora se caracteriza por apresentar grandes variações de altitudes, formação de inúmeros anfiteatros e planícies inter-montanas. Segundo Rocha (2005), a área municipal está situada sobre rochas variadas, com destaque para o Complexo Mantiqueira (norte) e o Complexo Juiz de Fora (Sudeste), e possui um relevo acidentado, com altitudes próximas a 1000 metros nos pontos mais elevados, 670 a 750 metros no fundo do vale do rio Paraibuna e níveis médios em torno de 800 metros. O mapeamento das feições geomorfológicas de Juiz de Fora, realizado por Santiago (2008), permitiu constatar que cerca de 40 % da área do município constitui-se de morros, caracterizados por um desnivelamento que varia de 100 a 200 metros, nos quais encontram-se feições íngremes com topos convexos e, portanto, vales mais encaixados (SANTIAGO, 2008).

Figura 2 – Localização do Município de Juiz de Fora-MG



Fonte: os autores, 2017.

Segundo Torres (2006, p. 162), "o clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas". O período chuvoso concentra 83,9 % das precipitações, enquanto a estação seca, 16,1 %. As temperaturas mais elevadas são registradas sob a ação da Massa Tropical Atlântica (mTa) e as mais baixas sob a ação da Massa Polar Atlântica (mPa).

Observando a série de dados de 1974 a 2014, verifica-se que a menor temperatura média no verão, registrada em 1974, foi de 19,6 °C e a maior média foi registrada em 2014, com 22 ºC (LabCAA-UFJF, 2015). Já para o inverno, a menor média encontrada foi 16,32 °C, no ano de 1989, e a maior média foi 17,86 °C, em 1995. O maior total anual de precipitação da série evidenciou o ano de 1997 como o mais seco, com um total acumulado de 641,7 mm, e o de 1983 como o mais chuvoso, com 2265,5 mm. Ototal anual habitual variou entre 1342,2 a 1646,56 mm.

O tipo climático da região é denominado como Tropical de Altitude, que corresponde a uma variação do clima Tropical motivada pelas características do relevo regional, que é formado por altitudes médias à elevadas, que produzem um substancial arrefecimento das temperaturas. Segundo Brito (2013), a penetração dos ventos pelo litoral proporciona umidade nas vertentes a barlavento, como os presentes na Serra da Mantiqueira, contribuindo para a geração de "ilhas" úmidas nas vertentes de Leste e Sudeste. As ilhas úmidas, por sua vez, ao se associarem aos vales amplos e à turbulência do ar, contribuem para o surgimento de diversos topoclimas.

A partir dessas características e considerando que a cidade abriga uma população numerosa (516.247 habitantes, IBGE, 2010), é um polo regional e industrial, e ainda por possuir um relevo dissecado sob domínio de Mares de Morros (AB'SABER, 2003), que exerce influências nas tipologias de tempo, pôde-se passar para a etapa de descrição dos procedimentos metodológicos.

b) Escolha de pontos amostrais

Escolheu-se trabalhar com pontos amostrais, uma vez que havia a pretensão de alocar estações meteorológicas portáteis em pontos específicos da área estudada. Optou-se por aqueles que apresentariam características distintas e estivessem distribuídos espacialmente de forma a abranger uma maior área (figura 2). A escolha desses não foi arbitrária, uma vez que se pretendia identificar até que ponto as localidades com diferentes características formariam campos barométricos na cidade e a formação de ventos ou corredores de ventos.

Entende-se como ponto de controle o local onde a estação meteorológica foi alocada para coleta de dados em campo. Esses se dividem entre pontos fixos e itinerantes. Foram selecionados quatorze pontos.

Um dos pontos fixos estava localizado na rua Tiradentes, n.°567, a 709 metros de altitude, e o outro no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, a uma altitude de 939,96 metros. O primeiro se encontra em um colégio particular da cidade e próximo

a uma vegetação arbórea espaçada à margem das vias de circulação. O segundo em uma localidade com vegetação gramínea, próximo a uma área de mata.

Escolhidos os pontos e considerando as especificidades de cada um deles partiu-se para a etapa de coleta e construção de bases cartográficas e alfanuméricas.

c) Coleta e manuseio de dados

O primeiro dado a ser levantado foi o de campo, optando-se pela coleta das variáveis: velocidade e direção do vento e pressão atmosférica. Segundo Vianello e Alves (2012, p. 269):

> o vento é representado pelo seu vetor velocidade, que, como tal, apresenta um módulo (ou intensidade), uma direção e um sentido, sua medição deverá fornecer estes três elementos. A intensidade do vento, no SI, é dada em metros por segundo. A direção e o sentido do vento são normalmente expressos em conjunto, tendo-se como referência o ponto cardeal de onde o vento se origina ou em graus, tornando-se como referência o ponto cardeal norte, girando-se no sentido horário (VIANELLO e ALVES, 2012, p. 269).

Na realização da coleta nos pontos itinerantes utilizou-se de duas estações meteorológicas portáteis, modelo WNR928NX da marca Óregon, e ocorreu com o apoio de um Geógrafo, responsável técnico pela estação meteorológica do INMET alocada na Universidade Federal de |Juiz de Fora (UFJF), bolsistas de iniciação cientifica e equipamentos do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) da UFJF.

As medições foram realizadas durante dez horas seguidas, sendo iniciadas às oito horas da manhã e encerradas às dezoito horas de cada dia. O intervalo adotado entre as medições foi de quinze minutos, ou seja, de quinze em quinze minutos eram registrados os valores das variáveis. Destaca-se que, dada a disponibilidade de equipamentos, a coleta simultânea de dados se deu em dois pontos por dia, durante um período de sete dias (entre 11 e 19 de agosto de 2015). O sistema atmosférico que atuava na região em todos os dias estudados foi a massa Tropical Atlântica (Tabela 1), que é caracterizada pela estabilidade atmosférica. Nesses dias a pressão atmosférica variou entre 918,67 hPa a 911,21 hPa, a temperatura máxima foi de 25,6 °C (dia 19 de agosto) e a mínima de 12,4 °C (dia 14 de agosto), e a umidade relativa média variou entre 65 %dia 16 e 82 %dia 14.

Tabela 1 – Características dos dias de coleta.

Data	Temp. (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)	Pressão (hPa)	Sistema Atmosférico
11/08/2015	15,14	20,5	12,6	79,5	0	918,67	MTA
12/08/2015	15,48	19,9	12,8	76,0	0	917,89	MTA

continua

Data	Temp. (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Umidade (%)	Precipitação (mm)	Pressão (hPa)	Sistema Atmosférico
13/08/2015	16,53	22	12,7	74,1	0	917,84	MTA
14/08/2015	16,21	21,3	12,4	82,2	0	917,40	MTA
15/08/2015	17,11	22,7	13,2	76,3	0	916,92	MTA
16/08/2015	18,42	24,2	13,5	65,6	0	917,22	MTA
17/08/2015	17,43	23	13,8	77,0	0	917,28	MTA
18/08/2015	17,73	23,5	14	76,6	0	915,53	MTA
19/08/2015	19,43	25,6	14,7	73,4	0	911,21	MTA

Fonte: Coletas em campo; INMET; Cartas sinóticas da Marinha do Brasil; Boletins Climanálise.

Assim, por estar sob atuação de uma mesma massa de ar, pôde-se considerar informações coletadas em dias diferentes, mas sempre as analisando em relação às informações coletadas nos pontos fixos. Em tais pontos, a coleta dos dados se deu durante todos os dias estudados.

Em seguida, iniciou-se a tabulação dos dados coletados em campo, que permitiram que gráficos e mapas fossem feitos e que os principais sentidos e velocidades dos ventos fossem espacializados.

O mapa de "Fluxo dos ventos" foi elaborado considerando, temporalmente, três períodos de análise: 1) 08 h-09 h, 2) 13 h'-14 h horas e 3) 17 h-18 h horas. A escolha das classes se pautou no fato de que entre treze e quatorze horas há um maior aquecimento vertical do ar, o que poderia ocasionar o aumento na velocidade dos ventos (BARRY; CHORLEY, op. cit.). A partir da definição desse horário, optou-se em trabalhar com mais outros dois, que representariam o primeiro horário em que houve a possibilidade de haver coleta, a fim de constatar se as velocidades do vento tenderiam a ser menores perto do amanhecer (BARRY; CHORLEY, op. cit.), e o último horário de coleta ocorreu no período mais próximo ao entardecer. Três mapas foram realizados, um para cada um desses horários.

Por sua vez, as convenções cartográficas escolhidas para a simbologia desses mapas consideraram que o sentido de deslocamento do ar seria representado por setas nas direções cardeais e colaterais, e que a velocidade dos ventos seria marcada pelo gradiente de coloração das setas.

Ainda em relação ao fluxo dos ventos, com fins de observar a distribuição espacial na área de estudo, foram plotadas as informações de velocidade e sentido dos ventos em um mapa que sintetiza todos os pontos. Nesse, considerou-se como dado a ser utilizado a maior velocidade registrada por ponto (independente do horário) e o sentido do vento predominante.

Após análise dos mapas, aferiu-se que o fluxo do vento seria condicionado, na área de estudo, principalmente pela altitude e altura das edificações, o que acabou por

orientar a proposição e elaboração de alguns materiais cartográficos, como a aquisição e tratamento dos dados do meio físico.

O procedimento de construção do mapa de "Altimetria da região central" consistiu na adição da camada de curvas de nível, com equidistância de cinco metros, no ambiente Arcmap. Em seguida, utilizou-se a ferramenta "TIN Create", do pacote de ferramentas "3D Analyst", o que gerou o modelo de altimetria através de modelagem por rede de triângulos irregulares.

As informações de altura das edificações, verificadas através da contagem de pavimentos de cada edificação, foi realizada através da ferramenta "Street View" do "Google Earth", e adicionando os dados à tabela de atributos da camada de lotes. Considerou-se que a altura de cada edificação seria um valor aproximado, em que cada pavimento do edifício teria três metros de pé-direito e para cada loja com sobreloja cinco metros de pé direito, desconsiderando, portanto, a espessura de lajes e outras medidas. Este mapa permite observar não apenas a altura dos edifícios, como também a largura e direcionamento das principais vias de acesso.

Todos os mapas foram realizados no *software* ArcGIS 10.

d) Síntese final

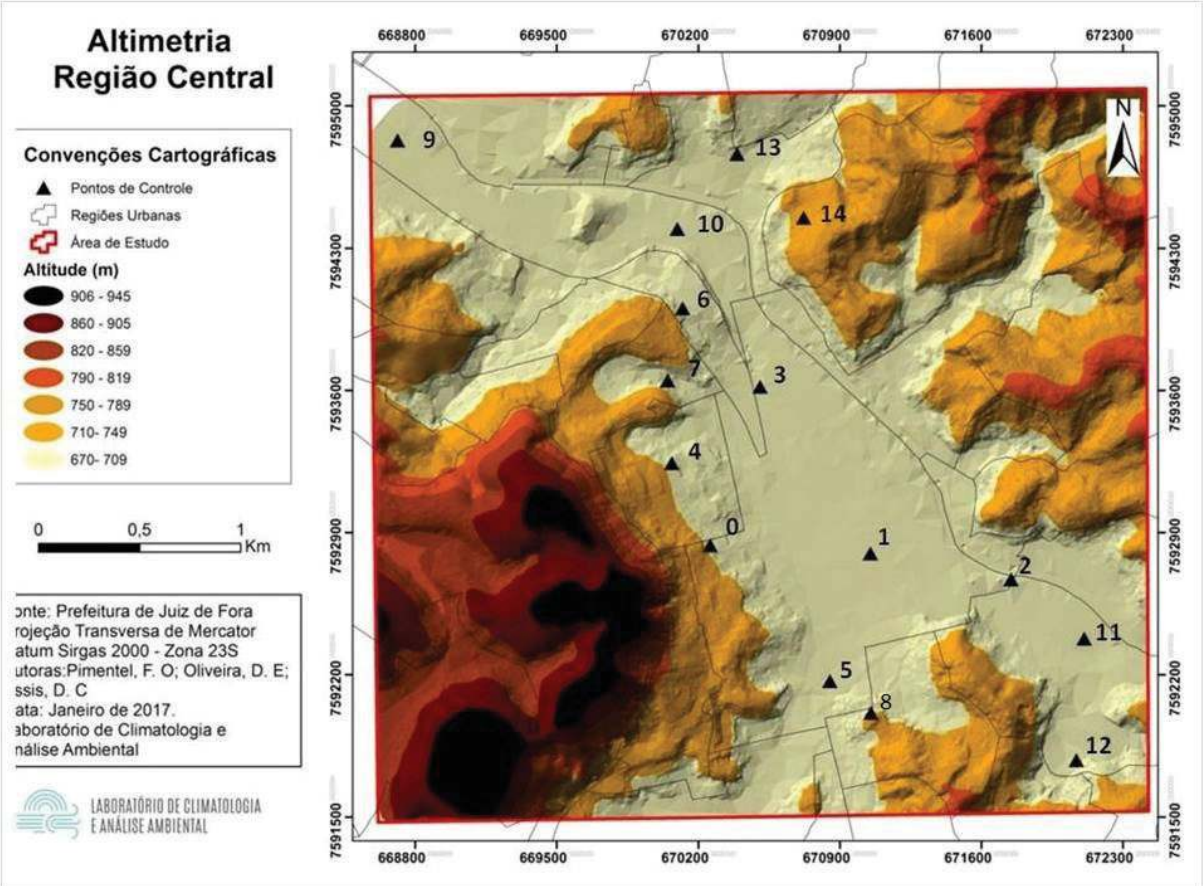
De posse dos mapas de Fluxo dos ventos, Altitude e Altura das edificações iniciou-se o procedimento de síntese e considerações finais.

RESULTADOS

Os resultados obtidos com os mapeamentos e gráficos permitiram aferir relações entre o relevo, a altura dos edifícios, a formação de campos barométricos e a dinâmica dos ventos. Optou-se por, primeiramente, fazer uma breve descrição das variáveis físicas, o que traria base para a compreensão dos fluxos de movimentação do ar.

Os padrões altimétricos encontrados demonstraram que grande parte da área de estudo encontra-se quase que predominantemente encaixada no vale do Rio Paraibuna, destacando apenas o ponto fixo da estação meteorológica do INMET, que está localizada na vertente com maior elevação da área de estudo, como é possível visualizar na figura 3.

Figura 3 – Altimetria

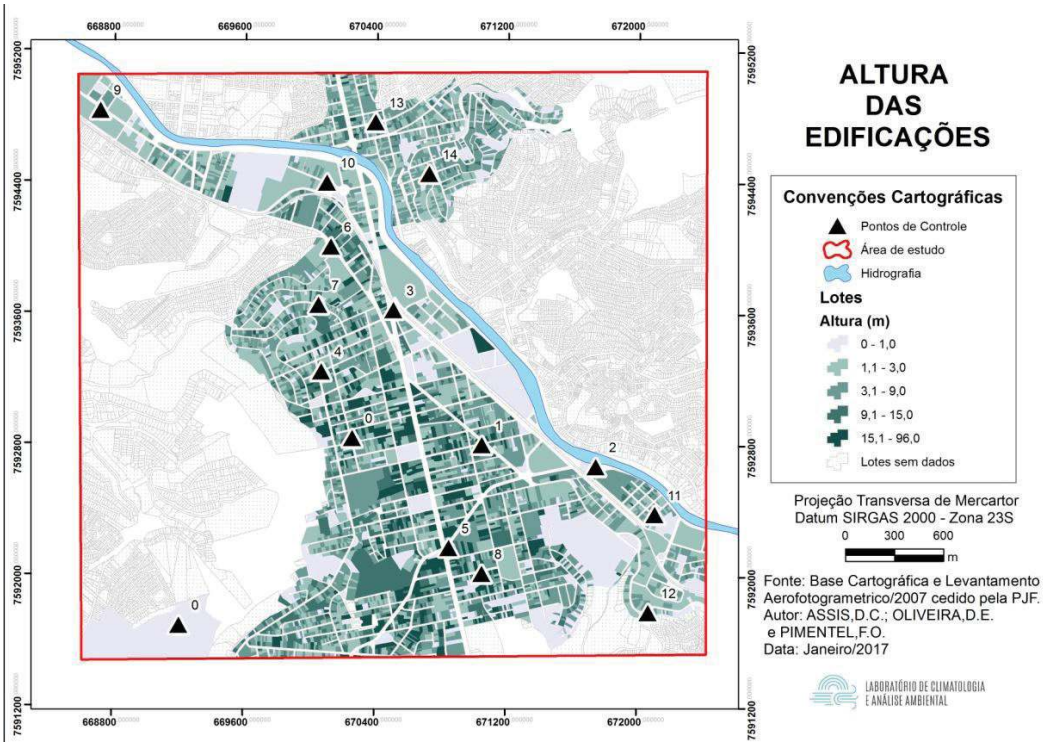


Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora, 2017.

A variação altimétrica na área de estudo foi de 300 metros, sendo que a maior altitude encontrada foi de 940 metros na faixa Oeste da área, mais precisamente na região que envolve a UFJF. Em contrapartida, nas proximidades da calha do Rio Paraibuna (a 640 metros de altitude) foram encontrados diversos pontos. Esta morfologia do relevo pode influenciar na velocidade e direção dos ventos, pois as correntes de vento diminuem a velocidade quando entram em contato com as rugosidades da superfície.

Este é um dos principais fatores que pode estar influenciando na dinâmica dos ventos registrados no ponto fixo da Estação meteorológica do INMET. A partir do mapa de altimetria e dos dados coletados em superfície pode-se identificá-lo como uma excepcionalidade frente aos demais, apresentando registros de maior velocidade do vento. O fato de estar localizado livre das barreiras geradas pelas edificações (figura 4), dada a sua maior altitude, e localizado no topo de um morro, diminui os impactos que sofreria em relação à superfície.

Figura 4 – Altura das edificações



Fonte: os autores, 2017.

Os outros pontos estão localizados no vale do rio Paraibuna e podem estar sob influência da altura das edificações (figura 4), uma vez que a RU Centro e em menor proporção a RU Granbery apresentam edificações de alturas elevadas (entre 15 e 96 metros), que se destacam frente às demais, pois indicaram uma verticalidade maior presente na região. Nestas, haveria a possibilidade de formação de *canyons* urbanos, que poderiam ser os responsáveis pela criação de corredores de ventos e a formação de ventos locais.

A área no entorno do ponto 8, por exemplo, é cercada por edificações elevadas, o que pode revelar alguma relação com os elevados valores de velocidade do vento registrados nesse, destacando a influência dos corredores de vento. Segundo Mascaró (2002), o fenômeno de canalização do vento ocorre de forma mais significativa quando a calha é bem definida e estreita, apresentando largura 2,5 vezes menor que a sua, porém os efeitos são incômodos apenas quando a velocidade do vento ultrapassa 3,5 m/s. Em nenhum momento no ponto de controle 8 esse limite foi ultrapassado nos registros encontrados, mas como foi considerado apenas dados de velocidade média, poderiam assim ter havido rajadas que superaram esse valor.

Os dias estudados apresentaram constância na velocidade dos ventos, prevalecendo as rajadas de até 3 m/s na região baixa da cidade (próximo aos setecentos metros) e de até 6 m/s no ponto da UFJF, que se localiza a uma altitude de 940 metros. Para os

pontos fixos a velocidade dos ventos variou entre 0 (ou ausência de ventos) e 6,3 m/s, e a direção predominante nesses dois pontos foi de Sudoeste no ponto fixo do colégio CAVE e Sudeste no ponto fixo UFJF. Por sua vez, nos pontos móveis prevaleceram no geral as velocidades menores que 2 m/s e o sentido dos ventos foi o Leste e o Nordeste.

Tabela 2 – Velocidade e direção do vento em pontos fixos.

Data	Ponto Fixo – CAVE						Ponto Fixo – UFJF					
	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3	
	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.
11/08/2015	2,2	S	3,8	SE	2,7	NW	4	SE	1,6	E	2,8	SE
12/08/2015	2,5	S	6,3	SE	2,7	NE	1,6	E	3	SE	3,5	SE
13/08/2015	2,9	S	3,4	SW	2,2	SW	2,3	NE	3,1	E	3,2	SE
14/08/2015	0	SW	2,7	SW	0	NW	0,4	NE	4	SE	3,8	SE
15/08/2015	0	NW	0	NW	0	NW	2,6	NE	2,6	SE	2,8	SE
16/08/2015	0	NW	0	NW	0	NW	2,9	NE	4,8	SE	3	SE
17/08/2015	2	SW	2,1	E	2,9	NW	0	NE	3,1	SE	4,6	SE
18/08/2015	0	SW	2,2	SW	3,3	NW	2,6	E	3,4	E	3,9	SE
19/08/2015	2,7	SW	1,9	SW	1,6	SW	2,7	NE	2,2	E	3,3	E

Fonte: Coleta em campo; INMET.

Tabela 3. Velocidade e direção do vento em pontos móveis.

		Período 1					Período 2					Período 3				
	Horário	08 h	08:15	08:30	08:45	09 h	13 h	13:15	13:30	13:45	14 h	17 h	17:15	17:30	17:45	18 h
Ponto 1	Vel. (m/s)	1	1	0	1,2	1,2	1,8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Dir.	NW	N	NE	E	SW	NE	NE	SW	SE	E	W	SW	SW	SE	S
Ponto 2	Vel. (m/s)	1,2	1	1	1,4	1,2	1	0	0	1,6	1	1,2	1	0	1,2	1,2
	Dir.	E	E	E	SE	NE	NE	E	NE	N	NE	NE	NE	E	E	NE
Ponto 3	Vel. (m/s)	0	0	0	0	1,2	0	1,6	1	1	0	0	0	0	0	0
	Dir.	N	E	W	SW	SW	E	S	SE	E	W	SE	E	E	E	E
Ponto 4	Vel. (m/s)	0	0	0	0	0	0	1,6	1	1	0	0	0	0	0	0
	Dir.	N	NE	N	N	N	E	S	SE	E	W	SE	E	E	E	E
Ponto 5	Vel. (m/s)	0	0	1	0	1	1,4	0	1,2	0	1,6	0	0	0	0	0
	Dir.	E	E	E	E	S	NE	NE	NE	NE	SW	NE	W	SE	S	NE
Ponto 6	Vel. (m/s)	0	0	0	0	0	1,4	1	1,2	0	0	0	0	0	0	0
	Dir.	N	NE	N	E	N	N	NE	SW	SE	SW	N	N	SW	N	SW
Ponto 7	Vel. (m/s)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	1	0	0	0	1
	Dir.	SW	SW	W	N	NW	S	SW	S	S	S	S	SE	SE	S	S

continua

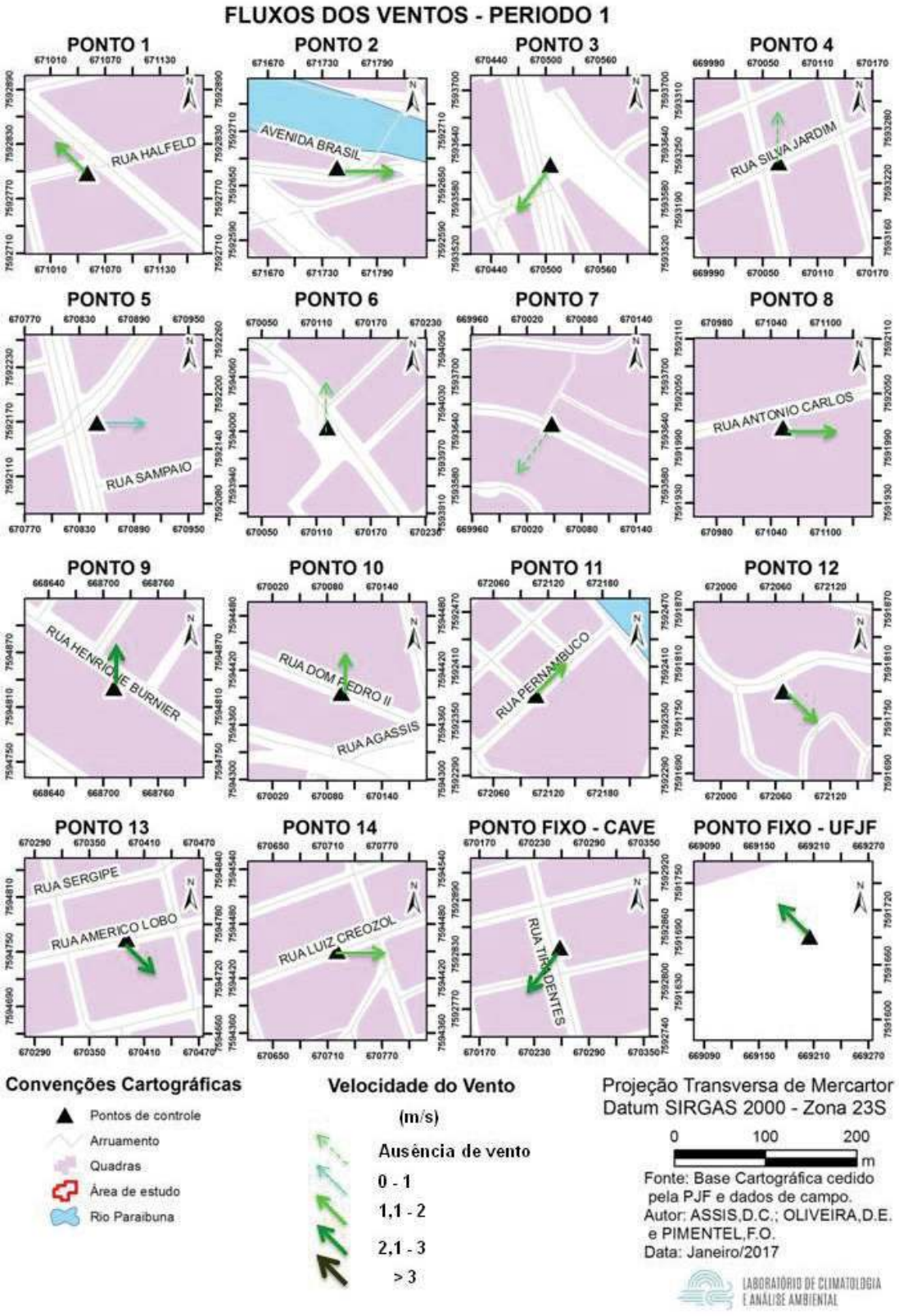
		Período 1					Período 2					Período 3				
	Horário	08 h	08:15	08:30	08:45	09 h	13 h	13:15	13:30	13:45	14 h	17 h	17:15	17:30	17:45	18 h
Ponto 8	Vel. (m/s)	1,2	1	1,2	0	1,4	2,4	1,6	2,6	3,4	1,2	1,6	2,8	2,2	1,8	2,4
	Dir.	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Ponto 9	Vel. (m/s)	2,6	1,8	2,4	1,4	1,2	2,8	1,2	2,4	2,8	1,6	1,4	0	1,2	1,4	1,8
	Dir.	N	N	N	N	N	N	SW	S	S	N	E	E	N	E	E
Ponto 10	Vel. (m/s)	0	0	0	0	1,2	2,4	1,4	1,6	1,2	1,4	0	1,8	1,2	0	0
	Dir.	NE	N	N	N	N	E	E	SW	SE	S	S	S	SW	S	SE
Ponto 11	Vel. (m/s)	0	0	1,6	0	0	1,4	1,2	0	1,8	1,2	1,6	1	0	1	0
	Dir.	NE	W	NE	NE	SW	SW	NE	SW	NE	NE	N	NE	W	SW	W
Ponto 12	Vel. (m/s)	1,2	0	1,6	1,8	1,4	1,4	1,8	2,2	1,2	2,6	1,2	1,4	1,8	0	1,2
	Dir.	SW	E	SE	SE	NE	NW	E	E	E	E	NE	E	E	E	NW
Ponto 13	Vel. (m/s)	2,6	1,4	1,2	1,8	0	1,4	1,4	1,2	1	0	1,8	1	1,4	0	0
	Dir.	E	SW	SE	E	SW	E	E	SE	W	E	SE	SE	E	SE	E
Ponto 14	Vel. (m/s)	1	1,4	1,4	1,2	0	1,2	1	2,2	2,2	1,8	2,2	0	0	1	0
	Dir.	E	E	E	NE	NE	NE	NE	NE	E	NE	NE	NE	E	E	NE

Fonte: Coleta em campo, (2015).

Sobre os fluxos dos ventos (figuras 5, 6, 7 e 8), os dados revelaram que existe uma conformidade com relação à velocidade do vento, ou seja, observa-se que os diferentes pontos apresentaram valores muito próximos dentro dos períodos determinados para a análise. E que foi recorrente o registro de velocidades inferiores a 2 m/s nos pontos de controle itinerantes, como pode ser observado na figura 5.

O primeiro ponto itinerante, "Ponto 1", foi instalado na rua Halfeld, que se caracteriza por estar situada em um local completamente impermeabilizado, edificado e com grande fluxo de pessoas e veículos automotores. Esse ponto de controle foi alocado mais precisamente no cruzamento entre o calçadão da rua Halfeld e a avenida Getúlio Vargas, a 677 metros de altitude. Neste ponto a orientação do vento no primeiro e segundo período foi para NW, acompanhando o sentido da disposição da via avenida Getúlio Vargas, e com velocidade entre 1 e 2 m/s nos dois momentos. Já no terceiro período, de 17 às 18 horas da tarde, registra-se calmaria e o direcionamento SW.

Figura 5 – Fluxo dos ventos: Velocidade e sentido (08:00-09 h)



Fonte: os autores, (2017).

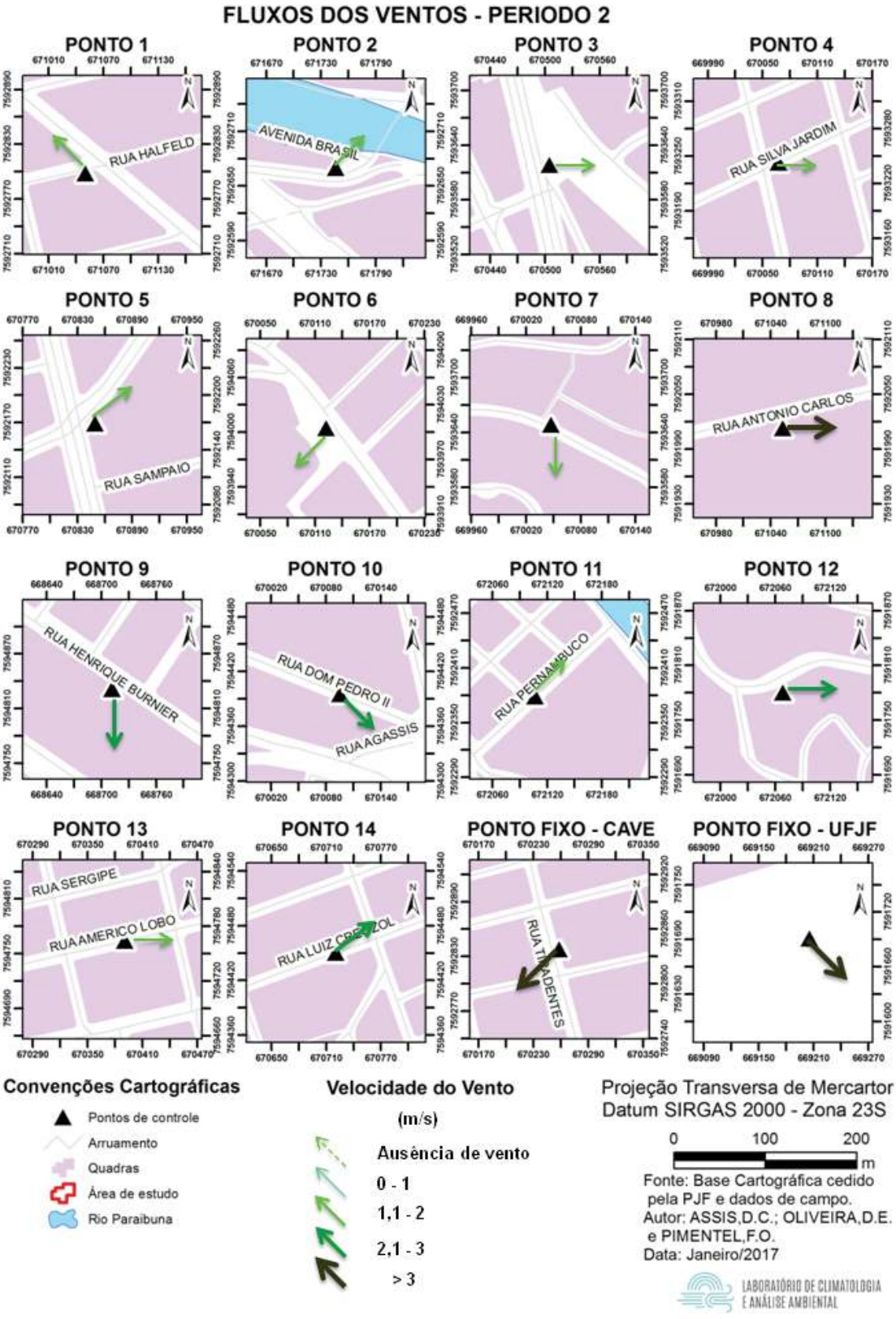
O segundo ponto de controle encontra-se também a 677 metros de altitude, entre a avenida Brasil e a rua Espírito Santo a apenas alguns metros da calha do rio Paraibuna (à margem direita), possuindo alguns exemplares de vegetação arbórea e grande circulação de veículos, inclusive veículos pesados. Nos registros, no primeiro momento, é verificado o vento no sentido E, com velocidade entre 1 e 2 m/s, já no segundo e terceiro período do dia, mantém-se a velocidade dentro da mesma classe, porém muda-se o sentido o qual destaca-se na direção NE nos dois últimos intervalos.

O Ponto 3 está a 676 metros de altitude e localiza-se na avenida Barão do Rio Branco, que é a principal via de circulação da região central, sendo expressiva em seu tamanho e largura, cercada por edificações de elevações consideráveis, como pode ser observado no mapa de altura das edificações. A velocidade do vento nesse ponto manteve-se entre 1 e 2 m/s nos dois primeiros intervalos, variando apenas o sentido, sendo no primeiro momento predominantemente SW e no segundo no sentido E, no último intervalo observou-se calmaria, com direção E.

Já o ponto 4, localiza-se na região urbana do Jardim de Santa Helena, exatamente na rua Silva Jardim, quase esquina com a rua Olegário Maciel, a 705 metros de altitude. A área caracteriza-se pela presença de edificações do tipo casa, ou seja, menos elevadas, e algumas árvores nas calçadas. Nessa localidade foi marcado no primeiro e no terceiro período calmaria, com direcionamento voltado para N e E, respectivamente. Porém, no período 2, verificou-se velocidade entre 1 e 2 m/s no sentido E.

O ponto 5 alocado a 682 metros de altitude, configura-se em um dos principais cruzamentos da região central, o encontro da avenida Barão do Rio Branco com a avenida Itamar Franco que concentra um altíssimo fluxo de veículos e pessoas. A área que contorna o ponto possui inúmeras edificações de alturas mais elevadas com um alto grau de impermeabilização, ou seja, sem a presença de arborização. Nesse ponto registraram-se velocidades do vento mais baixas e até mesmo ausentes. No primeiro momento a velocidade do vento estava entre 0 e 1 m/s, no sentido Leste, em seguida no período 2 viu-se um aumento da velocidade para a classe de 1 a 2 m/s, da direção NE, paralela ao sentido da avenida Itamar Franco. Por fim, no final do dia, registrou-se calmaria, com sentido SE.

Figura 6 – Fluxo dos ventos: Velocidade e sentido (13 h-14 h)



Fonte: os autores, (2017).

O ponto 6 se diferencia do ponto anterior devido, primeiramente a altitude, já que este encontra-se a 705 metros de altitude, e porque, apesar de também se localizar em uma importante via de circulação, neste ponto tem-se a presença de vegetação arbórea e de edificações não tão expressivas. Os dados coletados nesse ponto revelam uma situação de calmaria tanto no primeiro período quanto no segundo, com direcionamento N, apenas no período 2, que já possui tendência a ventos com maiores velocidades, uma vez que nesse tiveram registros de vento com velocidade entre 1 a 2 m/s, com direcionamento no sentido SW.

O ponto 7, instalado na rua Dr. João Pinheiro, em frente ao número 264, a 690 metros de altitude, possui uma característica diferenciada diante dos demais pontos apresentados anteriormente, pois possui um perfil mais residencial. O seu entorno é marcado por edificações não muito elevadas, variando entre casas e prédios de até três pavimentos, demonstrando assim um caráter mais horizontalizado da região urbana do Jardim Glória, como pode ser visualizado na figura 4. O primeiro momento foi marcado por registros de calmaria e a direção predominante de SW; seguida, no período entre treze e quatorze horas de ventos com velocidade entre 1 e 2 m/s no sentido Sul; e ao entardecer uma queda na velocidade, sendo registrada a classe de 0 a 1 m/s, no mesmo sentido do período anterior.

O ponto de controle 8 foi alocado na rua Antônio Carlos, em frente ao edifício de n.º 347, a 708 metros de altitude. A área se caracteriza por uma presença representativa de novas edificações, mais elevadas e de alto padrão. Este ponto foi destacado anteriormente devido aos elevados valores de velocidade verificados, o sentido foi predominantemente E em todos, variando apenas a intensidade dos ventos. A velocidade máxima registrada nesse ponto foi de 3,4 m/s, no horário das 13 h 45 min.

Em relação ao ponto de controle de número 9, localizado na rua Henrique Burnier, em frente à fábrica da "Coca-Cola", acomodado entre inúmeros galpões em uma via de alto fluxo de veículos leves e pesados e nas proximidades do Rio Paraibuna, caracteriza-se por ventos com intensidades mais elevadas, no sentido norte, com velocidades entre 2,1 a 3 m/s, no horário de treze às quatorze horas mantém-se força dos ventos, porém alterna-se o sentido para Sul. Enfim, no final da tarde, tem-se a redução da intensidade do vento para a classe de 1,1 a 2,0 m/s, mas agora no sentido Leste.

O ponto 10 está localizado na rua D. Pedro II, atrás da sede do Clube de Tênis D. Pedro II, a 677 metros de altitude, em uma via pouco movimentada e com edificações do tipo casa ou pequenos prédios, como é possível visualizar na figura 4. Os ventos nesse ponto acompanharam o sentido norte—sul, estavam em calmaria na primeira hora de medição (entre 08 h e 09 h horas) e no final da tarde. Continuou em calmaria até as 08 h 45 min e entre 09 h e 14 h horas foram registrados ventos de até 2,4 m/s (medição de 13 h).

O ponto 11 foi instalado na rua Pernambuco, próximo à casa de n.º 115, a 675 metros de altitude, em uma via de baixo fluxo de pessoas e veículos, sem presença de vegetação arbórea e as edificações variaram de pequenas casas a edifícios com poucos

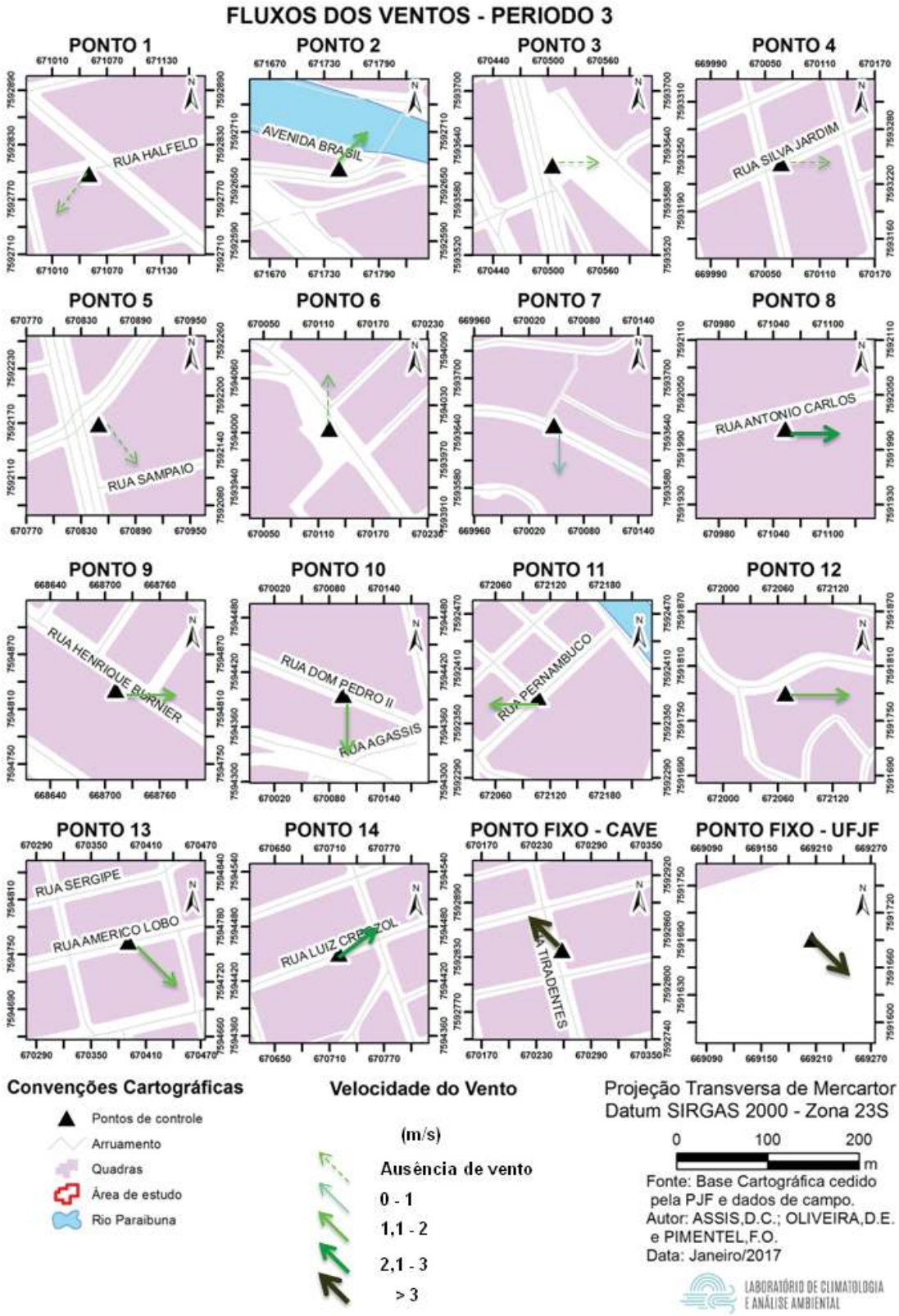
pavimentos. Nesse ponto o sentido dos ventos foi de Sudoeste e Nordeste, acompanhando a disposição linear da rua. A velocidade média dos ventos registrados nesse ponto foi de 0,7 m/s, sendo o maior registro o das 13 h 45 min.

O ponto 12 foi alocado na rua Francisco Valadares, em frente ao supermercado Bahamas, a 678 metros de altitude. Esse ponto apresenta um maior fluxo de veículos, já que se trata de uma via que interliga várias regiões da cidade ao centro. Através da visita em campo é notável que a região no entorno do ponto caracteriza-se por alguns galpões de distribuição e pequenas fábricas, dividindo espaço com uma pequena parcela de unidades de uso residencial. Nesse ponto a direção predominante é de Sudeste e Leste. A velocidade média dos ventos no primeiro período de contagem foi de 1,2 m/s, seguida de 1,84 m/s no segundo e 1,12 no terceiro.

O ponto 13 foi alocado na avenida Américo Lobo em frente ao edifício de n.º 1107. Esse ponto localiza-se em uma importante região da zona Nordeste, devido à sua funcionalidade para as demais regiões no entorno, oferecendo possibilidades de comércio e serviços. Na avenida onde o ponto foi acomodado verifica-se um alto fluxo de veículos leves e pesados durante todo o dia, apresentando pontos de congestionamentos em alguns momentos do dia. Localizado a 682 metros de altitude, tal ponto teve como direção predominante a Sudeste, Sudoeste e um registro de ventos pela manhã que chegaram aos 2,6 m/s.

O último ponto (14) foi alojado à frente do número 165 da rua Luiz Creozol, uma via que não possui um fluxo considerável de veículos em relação às ruas de maior circulação na região urbana de Nossa Senhora Aparecida. Esse ponto pertence a uma região de exemplares de edificações mais simples e até mesmo mais precários, sendo essencialmente residencial. Também localizado em uma área de altitude mais elevada (724 metros) que o vale, pode ter nisso a explicação para que a predominância dos ventos em todos os horários seja de Nordeste. Nesse caso, também deve-se considerar o fato de que o sentido do vento indica ainda que está saindo de uma área mais ocupada e verticalizada, que pode estar dispersando os ventos até ele. Os registros indicaram ventos que chegaram aos 2,2 m/s, nos horários de 13 h 30 min, 13 h 45 min e 17 h horas, e a média do dia foi de 1,1 m/s.

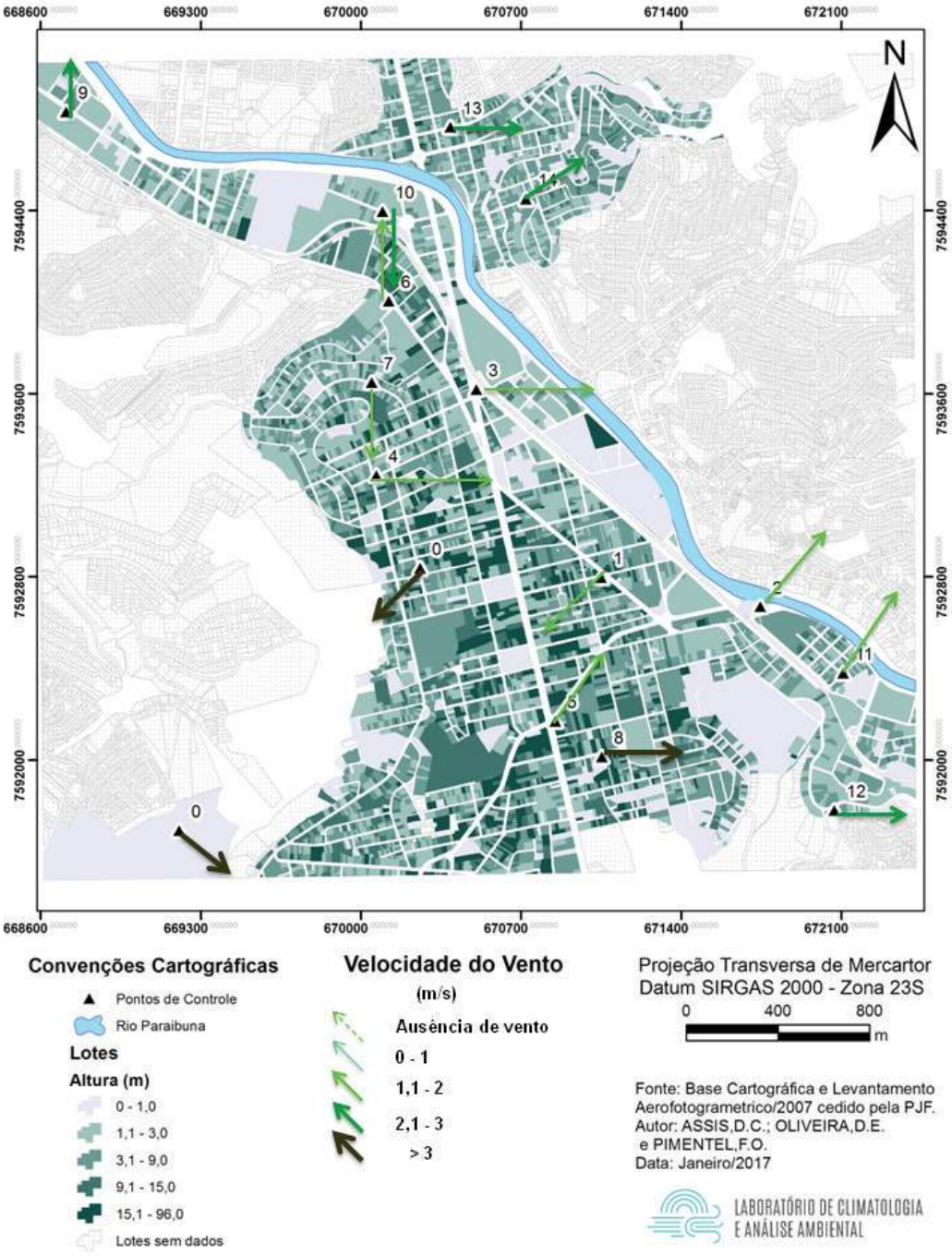
Figura 7 – Fluxo dos ventos: Velocidade e sentido (17 h-18 h)



Fonte: os autores, 2017.

Analisando a figura 8, chegou-se à conclusão de que poderia haver uma influência do fundo de vale localizado próximo à RU Morro da Glória no direcionamento dos ventos nos pontos 7 e 4, que de manhã seguem o direcionamento Vale => Morro, e a tarde Colina => Morro. O aquecimento diferencial do ar que ocorre diariamente formaria brisas de vale e de montanha (VIANELLO e ALVES, 2012).

Figura 8 – Fluxo dos ventos



Fonte: os autores, 2017.

Por sua vez, a direção predominante do ponto 5 pode estar relacionada ao fato de a avenida Itamar Franco ser formada por prédios elevados, que canalizariam os ventos locais e que seriam intensificados pelo fato de essa cortar a cidade e se iniciar em uma área elevada (próxima ao campus da UFJF), servindo de corredor de ventos para que o ar de camadas superiores também estejam sendo canalizados.

CONCLUSÃO

Através deste estudo foi possível verificar alguns padrões na dinâmica dos ventos, como a inter-relação com a temperatura do ar, uma vez que, com o seu aumento, foi detectado uma maior velocidade do vento. Observou-se também a atuação da morfologia do relevo e da rugosidade do meio urbano nos delineamentos e direcionamentos dos ventos.

De maneira geral, observou-se que na região central a velocidade dos ventos ficou na maior parte dos pontos entorno de 1,1 a 2,0 m/s, sendo que essa faixa de velocidade não revela preocupação com relação a desconforto da população citadina, porém alguns pontos específicos devem ser monitorados, pois apresentaram valores mais elevados, como é o caso do ponto de controle 8.

Destaca-se que o trabalho de campo ocorreu durante a atuação da Massa Tropical Atlântica, que normalmente produz estabilidade atmosférica e ventos baixos, próximos à calmaria. Enfatizando, portanto, que as velocidades encontradas, mesmo sob condições térmicas e de corredores de ventos, espelham a dinâmica atmosférica regional, portanto, baixas velocidades, sendo, dessa forma, importante expandir o estudo para diferentes condições atmosféricas e ver como se dá o comportamento do vento.

Além da velocidade, deve-se atentar que não houve um padrão definido de direção do vento, porém verifica-se que muitos pontos de controle apresentaram direcionamento para o quadrante Leste, variando entre os pontos colaterais NE-SE, o que ressalta que em meio urbano, dada a sua complexidade de materiais, inúmeros são os fatores produtores de vento.

Apesar de preliminar, o trabalho apresentou resultados coesos e que permitiram caracterizar algumas condições de ventilação da região central da cidade, que trarão subsídios a outros estudos de clima urbano, na medida em que favoreceu, além do seu reconhecimento, correlações com outras variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRY, Roger, G.; CHORLEY, Richard. J. **Atmosfera, tempo e clima**.9. ed. Porto Alegre: Bookmam, 2013.

BRITTO, Monique Cristine de. **A dinâmica da violência:** análise geográfica dos homicídios ocorridos em Juiz de Fora entre os anos de 1980 a 2012. 2013, 210 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – PPGEO /UFJF, Juiz de Fora, 2013.

ELY, Deise Fabiana. **Teoriae Método da Climatologia Geográfica Brasileira:** uma abordagem sobre seus discursos e práticas. Presidente Prudente (SP): UEP/FCT-UNESP. 2006. 208 p. Tese. (Doutorado em Geografia).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Censo Demográfico, 2010. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>. Acesso em: 12 dez. 2016.

MASCARO, Lucia Raffo. **Energia na edificação:** estratégia para minimizar seu consumo. São Paulo: Projeto, 1991.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.

NUNES JUNIOR, Eder Rodrigues. **Metodologia de projeto de turbinas eólicas de pequeno porte**. 2008, 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Rio de Janeiro, 2008.

ROCHA, Geraldo Cesar. **Riscos Ambientais**: análise e mapeamento em Minas Gerais. Juiz de Fora, MG: UFJF, 2005.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **História da climatologia no Brasil:** gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. 169 f. Tese (Livre Docência). FCT , UNESP, São Paulo, 2001.

SANTIAGO, Barbara da Silva. **Paisagem e fragmentação florestal no município de Juiz de Fora, MG**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) UFF, Rio de Janeiro, 2008.

TASCA, Luciane. **As contradições e complementaridades nas leis urbanas de Juiz de Fora**. 2010, 249 f. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano e Regional) UFRJ, Rio de Janeiro, 2010

TORRES, Felipe Tamiozzo Pereira. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, 2006.

VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2012.

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

O CLIMA URBANO COMO CONSTRUÇÃO SOCIAL NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO PERIFÉRICO DA ZONA LESTE DE SÃO PAULO[1]

THE URBAN CLIMATE AS A SOCIAL CONSTRUCTION IN THE CONTEXT OF THE PRODUCTION OF THE PERIPHERAL URBAN ENVIRONMENT IN THE EAST ZONE OF SÃO PAULO

EL CLIMA URBANO COMO UNA CONSTRUCCIÓN SOCIAL EN EL CONTEXTO DE LA PRODUCCIÓN DE LAS ZONAS URBANAS PERIFÉRICAS DEL ESTE DE SAO PAULO

Fernando Rocha Reis
Bacharel e licenciado em Geografia pela FFLCH/USP
fernandorochareis89@gmail.com / fernando.reis@usp.br

Emerson Galvani
Prof. Dr. do Departamento de Geografia da FFLCH/USP
egalvani@usp.br

Resumo: O clima urbano como uma construção social é entendido a partir da inter-relação da sociedade com o espaço no processo de produção e reprodução desigual do espaço. Nas cidades brasileiras, marcadas pela desigualdade social, essa é uma característica marcante, ao ponto de deixar marcas na paisagem urbana através da segregação socioespacial e o uso diferenciado da cidade. Todos os fatores citados acabam refletindo no microclima dos diversos bairros e na cidade como um todo. O tipo de urbanização dos bairros de alto padrão é distinto do tipo dos bairros de baixo padrão, no que diz respeito à arborização, oferta de equipamentos urbanos, tamanho dos domicílios, material construtivo, dentre outras características. Nesse contexto que este artigo intitulado *"O clima urbano como construção social no contexto da produção do espaço urbano periférico da zona leste de São Paulo"* tem como objetivo mostrar como a produção desigual do espaço contribui para produção de microclimas diferentes. O estudo buscou compreender o processo de produção desigual do espaço, seus reflexos no clima urbano, entendido como uma construção social.

1 Esse artigo foi elaborado a partir dos resultados do TGI – Trabalho de Graduação Individual intitulado: O clima urbano como construção social no contexto da produção do espaço urbano periférico da zona leste de São Paulo – estudo microclimático do Parque Chico Mendes e seu entorno.

Palavras-chave: clima urbano; produção do espaço; paisagem; microclima; segregação socioespacial.

Abstract: The urban climate as a social construction is understood as the result of the interrelationship between society and environment in the process of unequal production and reproduction of the aforesaid environment. In Brazilian cities – marred by social inequality —, this is a noticeable characteristic to leave traces in the urban landscape throug h socio and spatial segregation and the differentiated utilization of a given city. In other words, the above-mentioned elements reflect not only on the microclimate of the diverse neighborhoods but also on the city. Thus, the type of urbanization of hig h standard neighborhoods differs from the one of low standard neighborhoods in terms of afforestation, offer of urban equipment, size of domiciles, building material, among other characteristics. In this sense, this paper – *The urban climate as a social construction in the context of the production of the peripheral urban environment in the East zone of São Paulo* – aims to illustrate how the unequal production of the environment culminates in the production of different microclimates. This study is also intended to interpret the process of unequal production of the urban environment, its consequences in the urban climate – seen as a social construction.

Key words: urban climate; production of the space; landscape; microclimate; spatial segregation.

Resumen: El clima urbano como construcción social es entendido a partir de la interrelación entre la sociedad y el espacio en el proceso de producción y reproducción desigual del espacio. En las ciudades brasileñas, marcadas por la desigualdad social, esta es una característica fundamental, al punto de dejar marcas en el paisaje urbano a través de la segregación socio-espacial y el uso diferencial de la ciudad. Todos los factores mencionados son reflejados en el microclima de los distintos barrios y la ciudad en su conjunto. Los barrios de lujo de la urbanización son diferentes a los barrios de bajos ingresos, con respecto a la forestación, la provisión de instalaciones urbanas, el tamaño de los hogares, material de construcción, entre otras características. En este contexto, este artículo titulado *"El clima urbano como una construcción social en el contexto de la producción de las zonas urbanas periféricas del este de Sao Paulo"* tiene como objetivo mostrar cómo la producción desigual del espacio contribuye a la producción de diferentes microclimas. El estudio tuvo como objetivo comprender el proceso de producción desigual del espacio y sus efectos sobre el clima urbano, entendidos como una construcción social.

Palabras clave: clima urbano; producción del espacio; paisaje; microclima; segregación socio-espacial.

INTRODUÇÃO

As repercussões do clima geradas pelo processo de (re)produção do espaço urbano têm implicações sobre a superfície terrestre. O espaço urbano é produzido e apropriado de forma desigual, o que significa dizer que os efeitos do clima gerados pelo processo de produção do espaço urbano terão consequências diferentes para as populações com poder aquisitivo distinto e que vivem em bairros "diferenciados". Portanto, é necessário incorporar a dimensão social nos estudos de clima urbano, visto que a sociedade produz o espaço urbano.

Monteiro (1990) já sinalizava os reflexos da urbanização na alteração das condições climáticas e a produção de um clima urbano, como pode ser observado na seguinte citação:

> A conquista do espaço urbanizado, ao mesmo tempo que implica em derivações de vulto no quadro ecológico, passa, através do seu desenvolvimento temporal, por várias feições da massa edificada, de acordo com a própria evolução e diversificação das funções urbanas. E este próprio evoluir é condição básica para que a cidade seja capaz de alterar as condições climáticas locais até adquirir atributos tais que a possam dotar de um caráter de clima "urbano". As condições da São Paulo do início dos anos trinta e as atuais são imensamente diferentes. Naquele já remoto então dos anos trinta a "São Paulo da Garoa" tinha nessa feição um caráter que se prendia ainda às condições geo-ecológicas locais que eram e principiavam a sofrer alterações. A São Paulo, substancialmente mais quente e poluída de hoje é um complexo campo de análise da metrópole subtropical, (MONTEIRO, 1990, p. 87)

Os apontamentos do autor demonstram a relevância na articulação da dimensão socioespacial nos estudos de clima urbano, deixando explícito que o desenvolvimento temporal na cidade transforma as funções urbanas e consequentemente modifica as formas, alterando as condições climáticas pretéritas, fazendo com que a cidade adquirira condições climáticas distintas de décadas anteriores, produzindo-se um clima urbano.

A sociedade e o espaço devem ser analisados vinculadamente nos estudos de clima urbano, já que a sociedade produz o espaço geográfico, produz socialmente o espaço urbano, alterando as características superficiais pretéritas, transformando e produzindo uma nova paisagem que irá gerar condições microclimáticas distintas da paisagem anterior.

A respeito da paisagem urbana, Carlos (2013) aponta que na paisagem da metrópole paulista, o verde cede lugar aos prédios, casas e ruas. Evidenciando que a paisagem na cidade é transformada ininterruptamente, sendo o verde suprimido para dar lugar ao concreto e asfalto no processo de produção do espaço e extensão da mancha urbana. Em decorrência dessas características teremos usos diferenciados dos espaços na cidade, visto que eles se (re)produzem de forma desigual e contraditória, gerando as desigualdades socioespaciais, reflexos na paisagem urbana.

A cidade é uma concentração de pessoas exercendo, em função da divisão social do trabalho, uma série de atividades, desencadeando uma disputa de usos, sendo que os bairros do extremo leste da cidade exercem predominantemente a função de bairro dormitório, no qual os equipamentos urbanos estão presentes em menor quantidade e diversidade, expressão de uma produção do espaço urbano desigual.

O objetivo deste artigo é fazer uma discussão que contribua para o entendimento do clima urbano como construção social, produto do processo de produção do espaço urbano, tendo como estudo de caso parte da periferia da zona leste da cidade de São Paulo.

O CLIMA URBANO COMO CONSTRUÇÃO SOCIAL NO CONTEXTO DA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO PERIFÉRICO DA ZONA LESTE DE SÃO PAULO

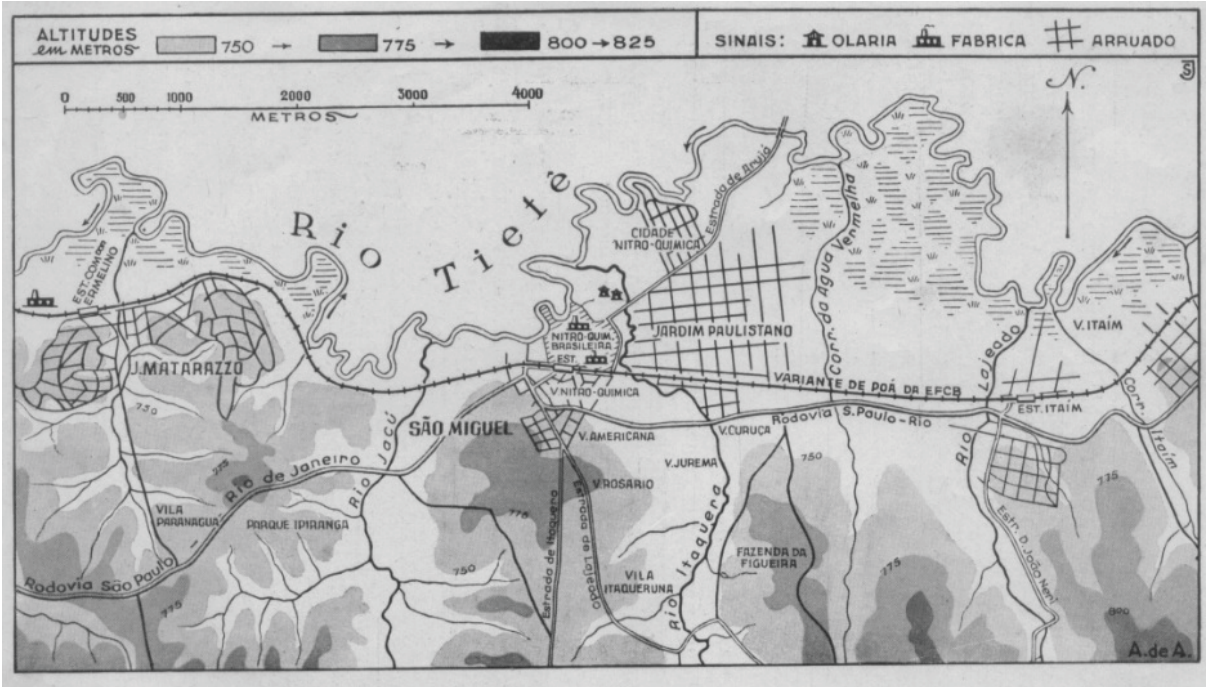
O clima urbano como construção social deve ser entendido em conjunto com a produção do espaço urbano. Nesse sentido, entender a produção do espaço urbano nas periferias da zona leste da cidade de São Paulo é fundamental para o entendimento do clima urbano dessa localidade. A cidade de São Paulo, como as demais cidades brasileiras, foi construída sob a égide do modo de produção capitalista, de forma desigual e contraditória, que demarca o uso diferenciado da cidade. A segregação socioespacial é o produto da desigualdade social, da sociedade dividida em classes, na qual uma parcela da sociedade é imputada à segregação e a outra opta pela auto-segregação.

Seabra (2004) aponta que a urbanização pensada como mobilidade geral do trabalho em função da indústria propicia um periferização generalizada. O apontamento feito pela autora pode ser generalizado para o extremo leste da cidade de São Paulo, mais especificamente para os bairros da Vila Curuçá, Itaim Paulista e São Miguel Paulista.

A formação desses bairros iniciou-se muito antes da chegada da indústria. Segundo Fontes (2008), no período colonial (séculos XVI e XVII) já havia aldeamentos indígenas e missões jesuítas, apesar da história do bairro ter sido alterada profundamente nos anos 1930, com a instalação da Companhia Nitro-Química Brasileira.

A figura 1 nos permite visualizar a região de São Miguel Paulista, Itaim Paulista e Ermelino Matarazzo, na década de 1940. Nota-se que existiam poucos arruamentos, as áreas nas quais se concentravam estavam no entorno das indústrias: Nitro-Química e Celosul.

Figura 1 – Região de São Miguel Paulista e entorno em 1945. Mapa elaborado por Aroldo de Azevedo em 1945



A instalação da indústria, no bairro de São Miguel Paulista, acabou desencadeando o crescimento demográfico no bairro na década de 1930, atraindo um contingente significativo de migrantes, sobretudo nordestinos e, consequentemente, isso se estendeu para outros bairros do entorno, como a Vila Curaçá e Itaim Paulista,[22] influenciando na expansão urbana da cidade. Azevedo (1945, p. 133), confirma, dizendo:

> [...] Na várzea do Itaquera, ao longo da Rodovia São Paulo-Rio, outras "vilas" operárias também existem a Cidade Nitroperária, a Vila Curuçá. Todos são núcleos de formação recente, resultantes da instalação ali dos estabelecimentos da "Companhia Nitro-Química Brasileira [...]

Azevedo (1945) também sinaliza que os núcleos vizinhos tinham uma função residencial, pois a população exercia suas atividades nas duas grandes fábricas da região, a Nitro-Química em São Miguel Paulista e a Celosul em Ermelino Matarazzo, ou no centro da cidade de São Paulo.

As motivações econômicas para a instalação da Nitro-Química em São Miguel Paulista, dizem respeito também a alguns fatores locacionais e à intervenção estatal,

2 Hoje, ambos são distritos únicos, pertencentes à subprefeitura do Itaim Paulista, mas naquele momento reportavam-se a São Miguel Paulista.

que viabilizaram a acomodação da indústria no extremo leste da cidade de São Paulo. De acordo com Bomtempi (1970),depois do advento da linha de ônibus em 1930 e da variante da estrada de ferro em 1932, instalava-se no bairro, em 1935, a Companhia Nitro-Química Brasileira, iniciando a fase industrial de São Miguel. Além dos fatores locacionais citados, de acordo com Azevedo (1945, p. 137):

> [...] as origens prendem-se a crise econômica de 1929 e o fechamento de uma grande fábrica de seda artificial existente nos Estados Unidos e pertencente à "Tubize Chatillon Corp." Tendo sido deliberada sua remoção para a América do Sul, foi a mesma adquirida por alguns capitalistas de nosso Estado e iniciada sua construção em 1935. O local oferecia muitas vantagens, que justificaram a preferência recebida: fáceis meios de comunicação, graças à via-férrea e à estrada de rodagem; proximidade do rio Tietê, que passou a fornecer água, consumida em enorme quantidade; o baixo custo do terreno, então desvalorizado.
>
> Hoje, as instalações abrangem uma área de 200.000 m² e erguem-se ao pé da estação ferroviária, na própria várzea do grande rio. Nelas trabalham mais de 4.000 operários, dos quais 1.200 mulheres, que vêm diariamente da Capital pela via-férrea ou procedem do próprio local ou de suas vizinhanças (Itaquera, Itaim, Poá). Sua produção consiste em seda artificial, algodão-pólvora e outros produtos químicos (ácido sulfúrico, ácido clorídrico, sulfatos, nitratos etc.), estando trabalhando também em produtos necessários à defesa do País. Boa parte da matéria-prima ali manipulada vem do estrangeiro (ácidos e enxofre dos Estados Unidos, salitre do Chile), destinando-se sua produção ao consumo interno.

É importante destacar que fenômenos que aparentemente não dizem respeito ao lugar acabam tendo reflexo no bairro de São Miguel Paulista. A crise econômica que acontecia nos Estados Unidos acabou tendo reflexo no Brasil, na cidade de São Paulo, no bairro de São Miguel Paulista, com a instalação da indústria, após seu fechamento no país de origem.

Além disso, vale ressaltar a capacidade da indústria para os padrões da época, considerada uma indústria de grande porte que produzia uma diversa gama de produtos químicos, tanto é que foi considerada de interesse nacional, recebendo incentivos do governo federal, ou como cita Lopes (2011) e Paiva (2004) "com generoso apoio do governo Vargas mais de dezoito mil toneladas de equipamentos e maquinaria foram transferidas da fábrica original na Virgínia para São Miguel". Vale destacar que Getúlio Vargas esteve na inauguração da Companhia Nitro-Química.

A industrialização de São Miguel foi modesta em relação à faixa São Caetano-Santo André, como sinalizou Langenbuch (1971). No entanto, mesmo sendo modesta gerou transformações no espaço geográfico, produzindo uma paisagem urbana com características predominantemente residenciais.

A instalação da indústria no bairro de São Miguel Paulista acabou alterando a dinâmica do bairro e do extremo leste da cidade, ela trouxe consigo um contingente

significativo de migrantes, predominantemente nordestinos. Junto a essa mobilidade populacional adquire força o processo de especulação imobiliária e expansão urbana que juntos são essenciais para se compreender as transformações da paisagem urbana, como mostra Bomtempi (1970, pp.159-160):

> Imediata decorrência da chegada dos estabelecimentos industriais, manifestou-se uma radical transformação dos campos. Antes da instalação da Nitro-Química Brasileira distribuía-se a pequena povoação ao redor das olarias, nas proximidades do Tietê. Reforçando-se os números populacionais, o bairro ganha arruamentos em pontos mais afastados e em todas as direções. Chácaras e capoeiras cedem lugar às vilas operárias, onde residem não só os trabalhadores da indústria local como também dos estabelecimentos de outras partes da cidade. É a fase dos loteamentos, ensaiada nas primeiras décadas do século e reanimada com êxito a partir de 1935. Democratiza-se a propriedade imobiliária, fragmentada em milhares de pequenos lotes vendidos a longo prazo e onde se erguem modestas casas sempre por terminar.

A produção do espaço periférico vai se configurando de forma (des)organizada e o verde cede lugar ao cinza do concreto, ao laranja dos tijolos de alvenaria, presentes nas moradias inacabadas, sempre a vir a ser. O espaço urbano é vendido e produzido como mercadoria. Carlos (2013, p. 19) diz que "os pedaços da cidade são vendidos, no mercado, como mercadorias; árvores são destruídas, praças transformadas em concreto". Ela ainda difere as cores, tamanho dos terrenos, arborização dos bairros periféricos em oposição aos bairros de classe média e alto padrão:

> [...] a autoconstrução – em bairros periféricos e afastados geralmente, sem infraestrutura. De outro, os apartamentos de classe média e os de alto padrão com áreas de 100 m²; e os sobrados, as mansões em ruas arborizadas pontilhadas por guaritas com guardas uniformizados. O colorido diferenciando-se em função dos bairros da cidade; ora é cinza (do concreto), passando pelo vermelho (duas ruas sem asfaltos, das vertentes desnudas sem cuidado) até o verde das ruas arborizadas […] (CARLOS, 2013, p. 19).

A periferia urbana possui características distintas, os terrenos têm um aproveitamento máximo, em geral, as casas são grudadas umas nas outras, as ruas não são arborizadas, existem poucos espaços livres, muitas áreas concretadas e, hoje em dia, asfaltadas, isso cria condições microclimáticas diferentes dos bairros de classe média e alto padrão que são o contraponto dos bairros periféricos. Os bairros de classe média e alto padrão possuem grandes áreas verdes, muitas vezes os quintais são equivalentes ou superiores às praças públicas dos bairros periféricos, as ruas costumam ser arborizadas, as casas não são coladas umas nas outras. Para Carlos (2013, p. 40) "a paisagem urbana é o choque dos contrastes, das diferenças. Contrastes de tipo e diversidade de utilização da cidade: usos do solo".

Os contrastes observados na paisagem urbana evidenciam a desigualdade socioespacial, corroborando com a ideia de que o clima urbano pode ser em parte entendido como uma construção social, visto que a produção do espaço é desigual, determina

o uso do solo na cidade e cria condições microclimáticas diferentes, tornando muito mais vulnerável a população de baixa renda do que a população de classe média e alta às repercussões do clima e tempo no espaço. Carlos (op. cit., p. 42), ilustra ao afirmar que as "inter-relações entre os fatores físicos e os sociais será a expressão material da unidade contraditória de relações entre a sociedade e a natureza, seja esta primeira ou já transformada".

O espaço habitado e produzido de forma desigual e contraditória, segundo Carlos (2013, p. 24), evidencia as desigualdades que podem ser percebidas no espaço urbano, através da paisagem:

> A paisagem é humana, tem a dimensão da história e do socialmente reproduzido pela vida do homem. É expressão de um modo de vida. A desigualdade que pode ser percebida "no olhar-se a paisagem" é consequência dos contrastes decorrentes do processo de produção do espaço urbano. As relações criam formas e as funções devem ser cumpridas.

A paisagem acaba sendo um referencial importante para a compreensão do uso do solo urbano e da historicidade do lugar, do bairro e da cidade; nela encontramos fragmentos do passado, elementos do presente e projeções do futuro, portanto, é um registro de elementos do passado, uma fotografia do presente e uma sinalização do futuro. Ela guarda marcas importantes que nos permitem compreender as inter-relações entre os fatores físicos e sociais, sendo um dos pontos de partida para o estudo do clima urbano.

Os estudos de Geografia Urbana tecem algumas reflexões sobre a paisagem, importantes para a compreensão do clima urbano possibilitando analisar o clima urbano também como uma construção social, inter-relacionando elementos naturais e sociais para compreensão do mesmo. Carlos (2013) tece reflexões a respeito da paisagem que nos ajudam a pensar as interfaces entre Climatologia Geográfica e Geografia Urbana, como as contradições sociais que emergem na paisagem, os contrastes e as desigualdades de renda que afloram. Uma característica da desigualdade é a segregação espacial, conforme Carlos (2013, p. 78):

> [...] a segregação espacial, tanto das pessoas de maior rendimento, quanto das de menor poder aquisitivo. As de maior rendimento tendem a localizar-se em bairros arborizados, amplos, com completa infraestrutura, em zonas em que o preço da terra impede o acesso a "qualquer um". Há também os condomínios exclusivos e fechados, com grandes áreas de lazer e até shopping, com grande aparato de segurança e amplos estacionamentos. Os de baixo rendimento têm como opção os conjuntos habitacionais, geralmente localizados em áreas distantes dos locais de trabalho. São os bairros operários com insuficiência ou mesmo ausência de infraestrutura; e as áreas periféricas onde abundam as autoconstruções, além das favelas que afloram no seio da mancha urbana.

A segregação espacial, entendida a partir do processo de produção desigual do espaço, tem reflexos no cotidiano das pessoas, sobretudo nas camadas de baixo poder

aquisitivo da sociedade, como evidencia Armond (2014, p. 45) "a produção desigual do espaço acaba por contribuir para a existência de diferentes susceptibilidades e/ou riscos e vulnerabilidades de acordo com as diferentes formas de reprodução social da existência de sujeitos das diferentes classes sociais".

A produção desigual do espaço promove a segregação socioespacial, por meio de um processo de expansão urbana, atrelado à especulação imobiliária, criando e consolidando a periferia como espaço de moradia da população pobre. Na cidade de São Paulo isso tem seu auge, segundo Fontes (2008, p. 94):

> A partir dos anos 1950, a cidade de São Paulo passava, portanto, por um processo contínuo de criação e consolidação de sua periferia como espaço residência da população pobre. O padrão anterior de adensamento dos trabalhadores com a proximidade da residência e local do trabalho como regra vai rapidamente se desestruturando ao longo daquele período. Ocorria uma aguda descentralização da moradia operária, espalhamento das casas dos trabalhadores por diversos e afastados bairros de São Paulo e cidades vizinhas e, em boa parte dos casos, tornando distantes seus empregos.

A periferização da classe trabalhadora, segundo o autor, no período de 1940 e 1970 foi acompanhada da expansão não só da mancha urbana, mas também da propriedade da moradia, gerando uma queda na porcentagem de domicílios alugados no município.

A possibilidade da casa própria para esses trabalhadores, no entanto, se realizava por meio da autoconstrução, como mostra Kowarick (1986) apud Fontes (2008, p. 95):

> [...] para a maioria dos trabalhadores a possibilidade da casa própria na capital paulista somente podia ser realizada através da autoconstrução da moradia nos lotes periféricos adquiridos à prestação e desprovidos de qualquer infraestrutura. A construção era, portanto, lenta e parcelada, realizada com os parcos recursos próprios e a ajuda de familiares e amigos, utilizando os fins de semana e os períodos de folga. Em 1980, estimava-se que 63 % das moradias da Grande São Paulo haviam sido construídas através do processo de autoconstrução, sendo que na capital cerca de metade das residências teria sido erguida dessa forma […]

O processo de autoconstrução é uma característica marcante no processo de produção do espaço no extremo leste da cidade, somado a aumento populacional na cidade. No ano de 1940 a população era de 1.311.133 habitantes e em 1966 correspondia a 5.115.856 habitantes. Em decorrência disso, a cidade passou a exercer forte pressão sob sua periferia. Nesse contexto que ocorre a expansão do bairro de São Miguel Paulista, abarcando os bairros da Vila Curuçá e Itaim Paulista (LANGENBUCH, 1971).

A lógica do processo de produção do espaço urbano se dá de forma desigual e contraditória, orbitando sempre os interesses do capital privado, do mercado imobiliário,

via intervenção do Estado. Essa combinação de fatores não é recente, desde o século XIX essa lógica já opera na cidade de São Paulo, como nos aponta Paiva (2004, p. 45):

> A história da apropriação do espaço urbano na cidade de São Paulo sempre guardou contradições, muitas delas giraram em torno dos interesses de um mercado imobiliário dual. Desde a redefinição do Código de Posturas em 1886, a proibição da construção de cortiços na região central da cidade apontava para a tendência em alocar a população pobre da periferia da cidade e a utilização da zona central como espaço de apropriação dos grupos mais abastados.

O uso do solo urbano é normatizado pelo Estado, com o fim de garantir que os interesses do mercado imobiliário sejam atendidos e os especuladores operem na venda da cidade, em pedaços e parcelas a quem pode pagar. Assim, o local de moradia é ditado pelo quanto você pode pagar, como nos mostra Alves (2010, p. 19): "as melhores parcelas do solo urbano só podem ser 'usadas' por quem por elas puder pagar".

Segundo Paiva (2004),para o capital especulativo, a abertura de novas áreas significou a elevação do lucro por meio da apropriação da renda da terra. Das antigas chácaras e áreas desvalorizadas surgiram loteamentos que deram origem a muitos bairros atuais da cidade e para o capital industrial, o deslocamento e construção de fábricas nessas áreas, representou um custo menor de fixação.

Os dois casos citados pelo autor, tanto do capital especulativo, quanto do capital industrial, denotam o processo de crescimento do bairro de São Miguel Paulista com a instalação da Companhia Nitro-Química e a abertura de loteamentos com a chegada da população migrante que ali se instalou, a partir da década de 1930.

A especulação imobiliária se capilarizou na periferia com a certeza do lucro certo e garantido, em decorrência da expansão urbana que não tardaria a chegar, segundo Langenbuch (1971, p. 83):

> A especulação imobiliária, por sua vez, provoca sempre a aquisição de lotes visando apenas fins lucrativos, os quais consequentemente permanecem desocupados. Por outro lado, em função do espantoso crescimento da cidade, o comprador de lotes, mesmo afastados, seguramente tinha a consciência ou a impressão de que a cidade não tardaria a alcançar o local.

O autor nesse excerto trata apenas de um momento de produção do espaço na periferia, por volta da década de 1930, baseado na venda de lotes e na autoconstrução, tendo como principal agente a iniciativa privada. Todavia, cabe destacar outros dois momentos posteriores ao da expansão urbana horizontal.

O segundo momento ocorre em meados dos anos 2000, com a intervenção do Estado, por meio da criação dos Conjuntos Habitacionais da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU), momento em que a periferia começa a sofrer uma expansão vertical, via intervenção estatal.

O terceiro momento ocorre na segunda metade dos anos dois mil e vem se acentuando nos últimos anos. Esse período tem as construtoras como os principais

agentes da produção do espaço urbano na periferia, por meio da construção de prédios e casas geminadas.

No período atual nos deparamos com escassez do espaço: se antes havia as antigas chácaras, fazendas e muitas áreas livres, hoje passamos da condição de abundância para a de raridade. Essa raridade faz com que novas formas de (re)produção do espaço surjam na periferia, com a (re)produção vertical e horizontal do espaço, em antigas chácaras e áreas livres. Suprimindo as poucas áreas livres e verdes que existem nos bairros periféricos, alterando as condições microclimáticas, produzindo desconforto térmico.

Ainda a respeito da verticalização da periferia e do segundo momento de produção do espaço, é importante destacar o caráter segregador e (des)ordenado, como nos mostra Damiani (1994, p. 97) "Em nosso país, os grandes conjuntos habitacionais aparecem, entre outras, como solução habitacional barata, relativamente, e necessariamente para determinada faixa da população que, de outra forma concentrar-se-ia em favelas e cortiços".

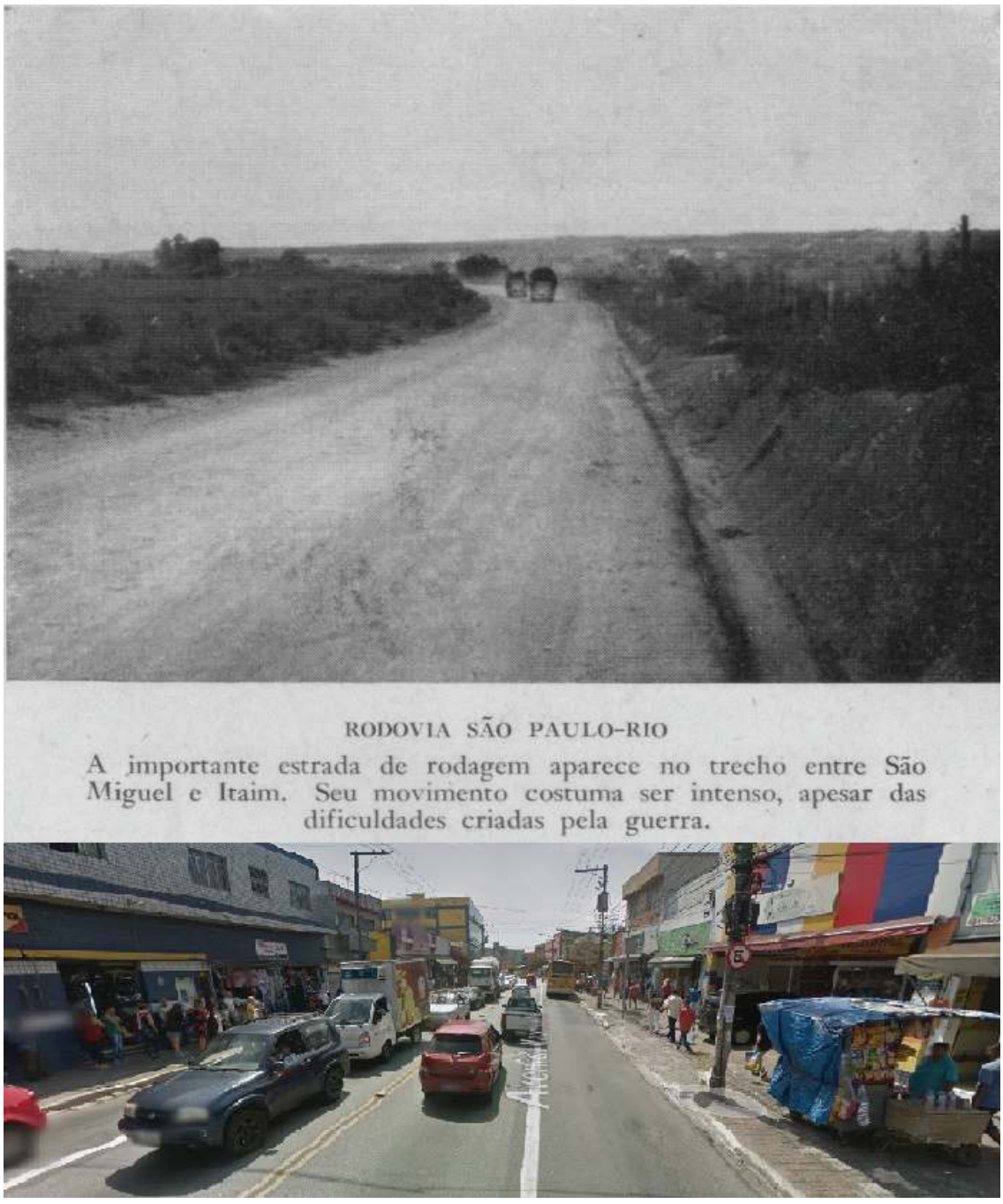
A autora evidencia o caráter habitacional planejado para a população de baixo poder aquisitivo pelo Estado, que é a solução mais barata, homogênea, estéril, a pobreza da vida urbana e "denuncia o aprofundamento da decomposição estrutural do país: 'didatização forçada dos procedimentos, excessiva racionalização construtiva, economismo de espaços ultradensos'" (DAMIANI, 1994).

Segundo Damiani (1994, p. 105):

> Essas soluções lógicas no plano urbanístico, na realidade são versões políticas importantes e impositivas de um modo de vida. Uma concepção segregada e segmentada, estratificada de política urbana é uma concepção possível a partir de bases modernas.

Os argumentos da autora deixam explícito como o urbano é pensado, programado e concretizado para a população de baixo poder aquisitivo, o caráter segregador imposto, por meio dos planos urbanísticos propostos ou gerenciados pelo Estado. Todavia, cabe destacar que esses projetos, que encontramos no extremo leste da cidade de São Paulo, são exemplos claros de políticas de Estado que acabam não só influenciado no modo de vida, mas também no microclima dessas áreas, já que as áreas verdes, arborização urbana e corpos d'águas são inexistentes e os que existiam deixaram de existir para vir a ser "moradia". Essas ações têm reflexos e estão presentes na paisagem urbana, como podemos visualizar na figura 2.

Figura 2 – Fotos da avenida Marechal Tito (antiga Rodovia São Paulo-Rio)



Fonte: Azevedo, 1945; Google Earth, 2016.

As formas dos conjuntos habitacionais e dos bairros periféricos expressam contradições do processo de produção do espaço urbano e revelam as desigualdades e a segregação espacial, que aparecem no acesso a serviços básicos de infraestrutura, como áreas verdes, praças, arborização, os meios de consumo coletivo nos bairros periféricos, em contraposição aos bairros de classe média e alta padrão, nos quais esses meios de consumo fazem parte do "projeto urbanístico".

Essas questões vêm sendo ressaltadas ao longo do trabalho para evidenciar que os bairros possuem cores, no seu sentido mais abrangente, são servidos de equipamentos urbanos de forma diferenciada, são estratificados socialmente, logo, os traçados urbanísticos são distintos entre si, sujeitando a população de menor poder aquisitivo às piores condições urbanas, tanto do ponto de vista social, quanto ambiental.

O espaço urbano guarda a dimensão da natureza, ele é produzido para atender determinadas necessidades da sociedade, possui uma dimensão social e natural, adquirida ao longo da história. A relação sociedade-natureza produz um espaço social. A dimensão social do espaço produzido implica na criação de microclimas diferentes no espaço urbano, por meio das transformações da primeira e segunda natureza, a incorporação de materiais construtivos.

Segundo Cruz (1998, p. 12):

> Sendo o espaço geográfico uma construção social, as relações homem-natureza são intermediadas, sempre, pelas relações que se estabelecem entre os homens, pelas relações sociais. Não há relação homem-natureza que não seja o resultado, a tradução, no espaço, das relações sociais.
>
> Desta forma, os *problemas ambientais* nada mais são do que a materialização, no espaço, das relações sociais.

A materialização das relações sociais no espaço geográfico guarda contradições do processo de produção do espaço que são escancaradas na cidade e percebidas na paisagem urbana, como nos mostra Carlos (2007, p. 36):

> [...] ao lado de áreas arborizadas, bem cuidadas, amplas e vigiadas da metrópole, estendem-se imensas áreas que os urbanistas gostam de chamar de "degradas", onde vive uma grande parte da população da metrópole, correspondentes aos menores extratos de renda, que habitam cortiços, as favelas, além dos que moram nas praças e ruas da cidade […]

As habitações mais "pobres" são localizadas nos terrenos mais baratos, nos lugares mais distantes, menos servidos de equipamentos urbanos, próximas às áreas sujeitas a movimentos de massa, enchentes, alagamentos e sujeitas a fatores adversos do clima.

Os bairros da cidade se diferenciam entre si por um conjunto de características, a paisagem urbana evidencia isso, como nos mostra Carlos (2007, p. 98):

> A paisagem vai revelando esse processo, os lugares da metrópole vão se diferenciando, por exemplo, pela fisionomia. A cor das áreas "ricas", por exemplo, é verde (da vegetação abundante se comparada com outros lugares), com casas amplas e de variadas dimensões e estilos, muitas declaram uma arquitetura arrojada, e as ruas estão quase sempre vazias. As áreas onde o preço do metro quadrado é menor, as moradias são menores, umas ao lado das outras em terrenos pequenos, com pouco ou nenhum verde, em alguns lugares, apresentam-se amontoadas num misto de auto-construção e favelas, construídas em terrenos pouco valorizados onde se aglomera uma massa de trabalhadores e desempregados, em locais cada vez mais distantes daquele de

> trabalho (o que os obriga a gastos excessivos de horas de transporte, inúmeras baldeações, diminuindo mais ainda o tempo de lazer, além dos custos que consome o já "minguado" salário do trabalhador). A tônica é a quase ou total inexistência de infra-estrutura (rede de água, luz, esgoto, limpeza pública, asfalto, escolas, prontos-socorros, hospitais, etc.) caracterizando-se como áreas de condições sub-humanas de moradia. Mas com ruas animadas, revelando que são lugares de realização da vida e não somente da sobrevivência.

Os lugares na metrópole são diferenciados, modificados e segregados. As características descritas pela autora no excerto acima, mostram isso tanto do ponto de vista social, quando fala dos lugares, e esses lugares são habitados por pessoas, como do ponto de vista ambiental, quando aborda as diferenças físicas, disposição, dimensão, estilos das moradias e arborização dos bairros. Todos esses aspectos levantados pela autora, decorrentes do processo de produção do espaço, têm reflexos no microclima, produzindo um clima urbano, com bairros que possuem microclimas distintos.

A natureza é transformada, apropriada e dela se produz materiais distintos, utilizados nas moradias de forma diferenciada. Portanto, o clima urbano é também uma construção social, quando partimos da tese de que ele é modificado frequentemente no processo de produção do espaço urbano. Mas, se o processo é desigual e contraditório, logo, os efeitos do clima serão desiguais.

Quando Carlos (2007, 2013)e outras autoras nos apresentam as distinções existentes nos bairros de classe média, baixa e alta, notamos que há diferenças, como arborização ou não das ruas, jardins nos quintais, casas separadas ou juntas umas das outras, maiores ou menores, número menor ou maior de moradores por domicílio, dentre outras características, decorrentes do processo de produção do espaço urbano. Podemos inferir diferenças e alterações no balanço de radiação, no albedo, circulação do ar, aquecimento diferencial dos materiais construtivos. Segundo Sant'Anna Neto (1998, p. 122):

> Quando tratamos de áreas urbanas, o clima original é constantemente modificado pela construção do espaço urbano, uma vez que é alterado, entre outros fatores, o balanço de energia, em função da concepção de cidade estabelecida pela civilização capitalista ocidental.

As alterações na paisagem natural e urbana podem trazer consequências adversas à sociedade, causando enchentes, inundações, queda na umidade relativa do ar e aumento das temperaturas. Como elucida Sant'Anna Neto (1998, p. 126):

> A expansão das áreas urbanas provoca modificações significativas na paisagem natural. A substituição da vegetação por áreas construídas (cimento, concreto e alvenaria), a pavimentação asfáltica das ruas, a concentração de parques industriais e o adensamento populacional (incluindo-se aí todas as atividades humanas inerentes à sua vida na cidade, como transporte, alimentação etc.), são responsáveis pelo aumento da temperatura nas cidades.
>
> Esta elevação da temperatura nas áreas urbanas ocorre em função de vários fatores. A verticalização das construções, por exemplo, cria um verdadeiro

> "labirinto de refletores", em que a energia proveniente do sol é refletida pelos edifícios, aquecendo o ar. A diminuição da evaporação, por outro lado, ocorre pela redução das áreas verdes e canalização dos rios e córregos, além da captura das águas pluviais, acarretando na atmosfera uma pequena capacidade de resfriamento do ar.

Os argumentos levantados pelo autor confirmam em grande parte a gênese do clima urbano como um processo social, derivado do processo de produção do espaço e que tem repercussões diferentes, já que a produção do espaço é desigual e contraditória. Portanto, é relevante fazermos um recorte de classe, pois as repercussões do clima e tempo em diferentes estações do ano serão diferentes nos bairros dos "ricos" e nos bairros dos "pobres", tendo variados níveis de vulnerabilidade e segregação.

As repercussões do clima ocorrem no espaço, num espaço desigual e contraditório, logo, seus efeitos serão desiguais na sociedade e no espaço, por isso incorporamos nessa análise a dimensão social na interpretação do clima urbano, não considerando que o clima urbano pode ser estudado de forma isolada, somente com a dimensão climática, como nos mostra Sant'Anna Neto (2008, p. 61):

> [...] a necessidade de se incorporar a dimensão social na interpretação do clima na perspectiva da análise geográfica. Isto significa, necessariamente, compreender que a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território, transformado e produzido pela sociedade, de maneira desigual e apropriado segundo interesses dos agentes sociais.
>
> [...] o efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática, também desiguais. A entrada de um sistema atmosférico, como uma frente fria (frente polar atlântica), por exemplo, se espacializa de maneira mais ou menos uniforme num determinado espaço, em escala local. Entretanto, em termos socioeconômicos, este sistema produzirá diferentes efeitos em função da capacidade (ou possibilidade) que os diversos grupos sociais têm para defenderem-se de suas ações.
>
> Se o resultado concreto da entrada desta frente fria, em área urbana, for a queda de precipitação em grandes quantidades, e se o produto final desta ação desembocar numa enchente, tem-se que admitir que muito provavelmente as áreas mais atingidas pelas águas deverão ser aquelas onde os equipamentos urbanos e o poder público funcionam de forma mais precária, pois as enchentes não atingem e não afetam a todos da mesma maneira.

O autor incorpora elementos da dimensão social, importantes na análise geográfica do clima, nos mostrando que não basta entendermos os processos, dinâmicas, modelos e estruturas temporais, mas o significado desses processos inseridos nas dimensões socioeconômica e socioambiental. A abordagem proposta por Sant'Anna Neto (2008), denominada como Geografia do Clima "leva em consideração o conforto humano e ambiental, vulnerabilidade socioambiental e a produção do espaço urbano". Partimos da proposta do autor, entendendo a Geografia do Clima em sua complexidade, articulando elementos sociais e naturais para a compreensão do clima urbano também como uma construção social. No entanto, levamos também em consideração os apontamos

feitos por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro que influenciaram de forma expressiva as propostas de Sant'Anna Neto. Monteiro (1990) já tecia reflexões a respeito dos estudos de clima urbano no Brasil, apontando que para serem geográficos não deveriam desconsiderar a condição urbana:

> É preciso não esquecer que a abordagem geográfica da cidade não pode descartar, nesse processo de evolução histórica, os aspectos culturais ligados à trama do socioeconômico. Assim, parece que os estudos dos climas urbanos no Brasil, para serem geográficos, não podem ignorar as variáveis inerentes a sua própria "condição urbana". Neste particular as cidades do mundo ocidental economicamente hegemônico são mais simples. O estudo de clima urbano entre nós não deve ser apenas um ensaio em "tropicologia" mas deve estar associado a este caráter socioeconômico que lhe é peculiar e que está indelevelmente marcado no "urbano". (MONTEIRO, 1990, p. 89).

O autor não aponta só a condição urbana, mas o caráter socioeconômico, inerente aos estudos de clima urbano, num país marcado por forte desigualdade social e segregação socioespacial.

O entendimento do clima urbano também como uma construção social, portanto, nos obriga a entender o processo de produção desigual do espaço e o clima urbano e, ao mesmo tempo, as consequências ambientais desiguais na cidade, em decorrência da segregação socioespacial e os padrões de uso e ocupação do solo urbano distintos.

Os bairros do extremo leste da cidade de São Paulo possuem características completamente distintas dos bairros de classe média e alto padrão, a população que vive nesses bairros está sujeita às condições ambientais desfavoráveis do ponto de vista climático, sobretudo no que diz respeito ao conforto térmico.

A lógica segregacionista resulta na ocupação das áreas periféricas da cidade, configurando áreas com elevados adensamentos populacionais, sujeitos às enfermidades urbanas, característica dos bairros segregados da cidade, como os do extremo leste.

A produção do espaço urbano e suas consequências socioambientais são elucidadas por Sant'Anna Neto (1998, p. 45):

> Como a produção do espaço urbano segue a lógica da reprodução capitalista, portanto gerador de espaços segregados e fragmentados, longe de se produzir um sistema que respeite e se adapte às condições ambientais e naturais, é de se esperar que esta contradição resulte em impactos altamente sensíveis aos diversos grupos sociais que habitam a cidade de forma também desigual, tornando as desigualdades sociais, ainda mais agudas.

Deste modo, o clima intra-urbano será diferente, as condições microclimáticas dos bairros periféricos da zona leste, com população predominantemente, são distintas das condições do Jardim Europa, bairro de alto padrão, na zona oeste da cidade de São Paulo, logo, os efeitos adversos do clima afetam de forma desigual a população mais "pobre".

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que podemos entender o clima urbano também como uma construção social, partindo do pressuposto de que o processo de produção desigual do espaço urbano transforma a paisagem, dando novas feições, que têm reflexos diretos nos microclimas da cidade.

A tentativa de compreensão do processo de urbanização se mostra relevante nos estudos de clima urbano, pois a partir da análise do processo podemos compreender o clima urbano como um fator social e não somente natural. Os reflexos da urbanização como algo marcante, sobretudo nos bairros com população de baixa renda, nos quais o padrão de urbanização contribui para os efeitos adversos do clima e do tempo, de forma diferente dos bairros de classe média e alta.

A segregação socioespacial é outro elemento chave para entendermos as diferenças inter-urbanas, fazendo um recorte de classe, pois ela acaba por condicionar a população de baixa renda as piores condições de qualidade ambiental na cidade, acesso escasso aos equipamentos urbanos e condições microclimáticas distintas da população com maior poder aquisitivo. Portanto, vale destacar a importância do recorte de classe feito no estudo, pois são notáveis as diferenças microclimáticas no clima inter-urbano, como reflexo da segregação socioespacial e padrão de urbanização que se configura na cidade, com tipos distintos de materiais construtivos, por conta do poder aquisitivo da população, marcada por forte desigualdade socioespacial, deixando marcas na paisagem urbana.

O estudo do clima urbano com o paradigma da Geografia do Clima, lançado por Sant'Anna Neto, nos abre possibilidades mais interessantes e complexas, podendo estabelecer interfaces na análise geográfica do clima, como as relações entre a Climatologia Geográfica e a Geografia Urbana, que traz uma dimensão de análise crítica do espaço, elemento importante para entendermos questões estruturais, além das formas e processos, que estão relacionadas com a primeira. Sendo o espaço uma categoria de análise da ciência geográfica, cabe a nós nos debruçarmos mais sobre ele, sobretudo nos estudos do clima, pois os efeitos do tempo e clima têm uma dimensão espacial, suas repercussões são sentidas nas áreas urbanas de formas distintas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. da A. **O uso do centro da cidade de São Paulo e sua possibilidade de apropriação.** São Paulo: Eletrônica GESP-LABUR, FFLCH, 2010.

ARMOND, N. B. **Entre eventos e episódios:** as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista,Presidente Prudente, 2014.

AZEVEDO, Aroldo. **Subúrbios orientais de São Paulo.** Tese.(Concurso à cátedra de Geografia do Brasil), Faculdade de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1945.

BOMTEMPI, S. **O bairro de São Miguel Paulista.** São Paulo: Departamento de Cultura da Prefeitura Municipal, 1970.

CARLOS, A. F. A. **O espaço urbano:** novos escritos sobre a cidade. São Paulo: Eletrônica GESP-LABUR, FFLCH Edições, 2007.

_____. **A cidade.** São Paulo: Contexto, 2013.

CRUZ, R. de C. A. da. Dimensão social da questão ambiental: contribuições da obra do Prof. Milton Santos à compreensão do espaço geográfico. **Revista GEOUSP**, São Paulo, n. 3, pp. 09-12, 1998.

DAMIANI, A. L. A Cidade (Des)Ordenada. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 72, pp. 95-109, 1994.

KOWARICK, L. Aa lutas sociais e a cidade – São Paulo: passado e presente. In: FONTES, P. (Org.).. **Um nordeste em São Paulo:** trabalhadores migrantes em São Miguel Paulista (1945-1966). Rio de Janeiro: FGV, 2008.

LANGENBUCH, J. R. **A estruturação da grande São Paulo:** estudo de geografia urbana. Rio de Janeiro, IBGE, 1971.

LOPES, R. H.**Face Leste:** revisitando a cidade. São Paulo: Mitra Diocesana, 2011.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano – estratégias e abordagens geográficas. **Revista GEOSUL**. Florianópolis, ano 5, n. 9, pp. 80-114, Jan/Jun, 1990.

PAIVA, O. da C. **Caminhos cruzados:** migração e construção do Brasil moderno (1930-1950). Bauru: EdUSC (SP), 2004.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e Organização do Espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá (PR), v. 15, n.1, pp. 119-131, 1998.

_____. Por uma Geografia do Clima Antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Terra Livre**, São Paulo, v. 17, pp. 49-62, 2001.

_____. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, pp. 1-18, 2008.

_____. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia** (online) , v. 8, pp. 45-60, 2011.

SEABRA, O. de L. S. Territórios do uso: cotidiano e modo de vida. **Revista Cidades**, Presidente Prudente (SP), v. 1, n. 2, 2004, pp. 181-206.

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

METODOLOGIA PARA VALIDAÇÃO DE DADOS TRMM PARA UBERABA (MG)

METHODOLOGY FOR TRMM DATA VALIDATION FOR UBERABA (MG)

METODOLOGÍA PARA VALIDACIÓN DE DATOS TRMM PARA UBERABA (MG)

Sérgio Roberto Araújo
Acadêmico do curso de Geografia
Universidade Federal do Triângulo Mineiro
serginho.uberaba@gmail.com

Fabio de Oliveira Sanches
Prof. Adjunto na Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Laboratório de Geomorfologia, Clima e Solos – LAGECS
fsanches.73@gmail.com

Ricardo Vicente Ferreira
Prof. Adjunto na Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento – CARTOGEO
rcrdvf@gmail.com

Resumo: Estimativas de chuvas feitas por satélites têm contribuído para ampliar a cobertura de dados climatológicos em países de dimensões continentais como o Brasil. No entanto, a precisão de seus dados ainda é questionável quando comparados aos dados coletados em superfície. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade dos dados estimados pelo satélite TRMM para Uberaba (MG) a partir de dados observados em superfície. A aplicação da estatística descritiva (Média, Mediana, Amplitude, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação) e análise *Box Plot* em ambos os conjuntos de dados demonstrou forte similaridade. A Correlação de Pearson demonstrou que ambos os conjuntos de dados apresentam elevado nível de similaridade (R^2=0,994). O Teste *t* de *Student* demonstrou que ambos os conjuntos de dados são, estatisticamente, homogêneos. Sendo assim, os resultados demonstraram excelente qualidade dos dados estimados pelo TRMM para Uberaba (MG) quando comparados aos dados observados.

Palavras-chave: Precipitações, testes estatísticos, box plot, *Triângulo Mineiro*, satélites.

Abstract: Rainfall estimates made by satellites have contributed to the coverage of climatological data in continental countries such as Brazil. However, its accuracy is still questionable when compared to the data collected on the surface. The objective was to evaluate the quality of the data estimated by the TRMM satellite to Uberaba (MG) from data observed on surface. Descriptive statistics (Average, Median, Amplitude, Standard Deviation and Coefficient of Variation) and box plot analysis showed strong similarity. The Pearson correlation showed that the data sets have a hig h level of similarity ($R^2 = 0.994$). The Student t-test showed that the data sets are statistically homogeneous. Thus, the results showed excellent data quality estimated by TRMM to Uberaba (MG) when compared to the observed data.

Keywords: Rainfall, statistical tests, box plot, *Triângulo Mineiro*, Satellites.

Resumen: Estimaciones de lluvias realizadas por los satélites han ayudado a ampliar la cobertura de los datos climatológicos en los países de dimensiones continentales como Brasil. Sin embargo, suprecisión es todavía cuestionable si se compara con los datos recogidos en la superficie. El objetivo fue evaluar la calidad de los datos por el satélite TRMM estimado a Uberaba (MG) a partir de la fecha observada en la superficie. La estadística descriptiva (media, mediana, rango, desviación estándar y coeficiente de variación) y el análisis de diagrama de caja mostró una fuerte similitud. La correlación de Pearson mostró que ambos conjuntos de datos tienen un alto nivel de similitud ($R^2 = 0,994$). La prueba t de Student mostró que los datos son estadísticamente homogéneos. Por lo tanto, los resultados mostraron una excelente calidad de los datos estimados por TRMM a Uberaba (MG) en comparación con los datos observados.

Palabras clave: lluvias, pruebas estadísticas, gráfico de caja, Triângulo Mineiro, satélites.

INTRODUÇÃO

Uma das principais dificuldades encontradas para estudos climáticos, sobretudo em um país de proporções continentais como o Brasil, está na existência (ou não) de um conjunto de dados e que apresente significativa qualidade (SANCHES, 2015).

No Brasil, a instituição responsável pela coleta e disponibilidade de dados meteorológicos é o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no entanto, o estado possui ainda outros organismos e agências que coletam e disponibilizam seus próprios conjuntos de dados.

O INMET dispõe, por meio de seu Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa (BDMEP)[1] dados meteorológicos diários (pluviosidade, temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica, insolação, velocidade e direção do vento) da sua rede de Estações Meteorológicas Convencionais, com informações a partir de janeiro de 1961.

A Agência Nacional de Águas (ANA) disponibiliza dados pluviométricos diários

[1] Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em:

de diversas estações sob sua responsabilidade, por meio de sua plataforma hidroweb – Sistema de Informações Hidrológicas.[2] Entretanto, em ambas as fontes, os dados das diversas estações pluviométricas e das Estações Meteorológicas Convencionais apresentam falhas passíveis de correção por meio de recursos estatísticos.

Da Silva et al. (2013), acreditam que as estimativas de precipitação por satélites vêm contribuindo para aumentar a cobertura de dados climatológicos. Dados de precipitação estimados pelo satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) podem ser utilizados na ausência de dados das estações meteorológicas convencionais de superfície.

Em órbita desde o final de 1997, o satélite TRMM foi desenvolvido em parceria entre a National Aeronautics and Space Administration (NASA) e Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (JAXA) para monitorar as precipitações nas áreas tropicais (COLLISCHONN et al., 2007).

Instalados a bordo do TRMM estão imageador de microondas (TMI), radar de precipitação (PR), radiômetro no visível e no infravermelho (VRS), sensor de energia radiante da superfície terrestre e das nuvens (CERES), e sensor imageamento de relâmpagos (LIS), sendo o radar de precipitação (PR). Sua órbita baixa (cerca de 403km) e não heliosíncrona permite altas resoluções espacial e temporal, com revisita estimada a cada três horas (NOBREGA et al., 2008; ANJOS et al., 2016).

Para Da Silva et al. (2013), as estimativas espaciais de precipitação constituem uma ferramenta extremamente útil, embora pouco precisas quando comparadas com dados pontuais medidas em superfície, tendo em vista que a precipitação é a variável que apresenta maior variabilidade espacial.

Collischonn et al. (2007), realizaram estudos na bacia do Paraguai Superior, onde analisaram e compararam os dados de campo em relação aos dados obtidos pelo satélite TRMM, e consideraram os resultados obtidos satisfatórios, mostrando que as estimativas deste satélite podem ser uma fonte alternativa de dados em escassez de informação.

A obtenção de dados climáticos por meio de satélites vem sendo utilizada com mais frequência nas últimas três décadas, com o desenvolvimento e aprimoramento de satélites ambientais, aumentando a quantidade de informações disponíveis, incluindo estimativas de precipitação (COLLISCHON, 2006; NÓBREGA et al., 2008; ANJOS et al., 2016).

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é demonstrar uma metodologia para avaliar a qualidade dos dados estimados pelo satélite TRMM para Uberaba (MG) a partir dos dados observados em superfície.

MATERIAL E MÉTODOS

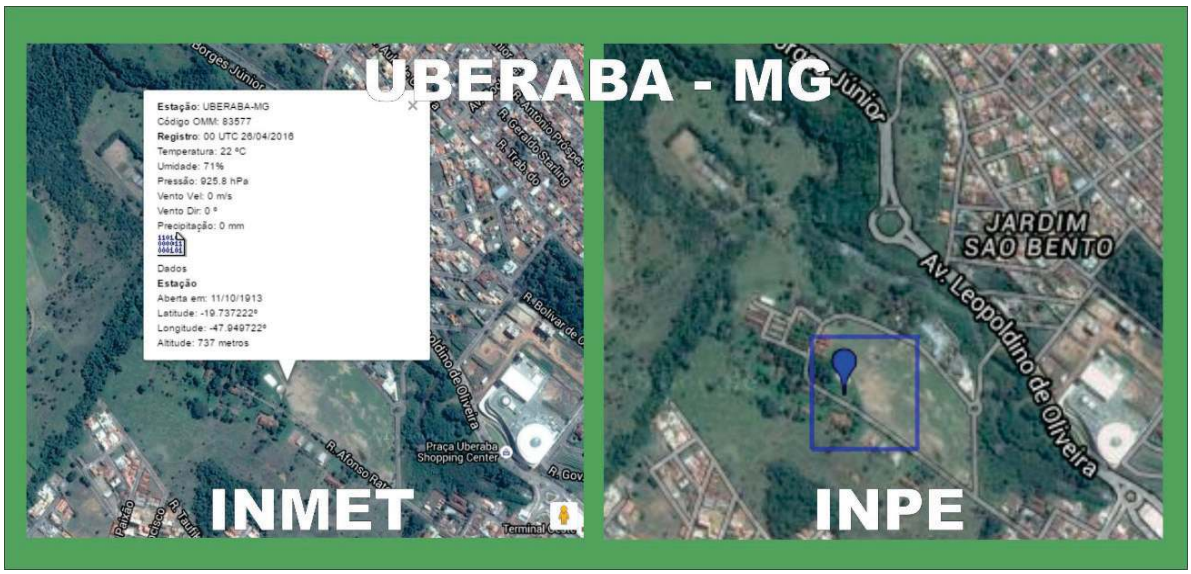
Para esse trabalho foram utilizados dados pluviométricos mensais estimados pelo satélite TRMM obtidos a partir do Laboratório de Sensoriamento Remoto Aplicado à

[2] <http://www.snirh.gov.br/hidroweb> Acesso em:

Agricultura e Floresta (LAF) da Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DSR-INPE) (https://www.dsr.inpe.br/laf/series/index.php).

Os dados do satélite TRMM foram estimados para a área da Estação Meteorológica de Superfície, em Uberaba, para o período de 2000 a 2012 (Figura 1b). Também foram utilizados dados pluviométricos mensais obtidos por meio do BDMEP para a Estação Meteorológica de Superfície de Uberaba (OMM 83577) (Figura 1a) no mesmo período.

Figura 1 – Localização da Estação Meteorológica de Superfície de Uberaba (a) e ponto correspondente a coleta de dados do satélite TRMM (b)



(a) (b)

Fonte: Figura adaptada com informações dos sites do Instituto Nacional de Meterologia (www.inmet.gov.br) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (www.inpe.br)

A organização de ambos os conjuntos de dados em totais mensais permitiu a aplicação da estatística descritiva (Média, Mediana, Amplitude, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação (%)). Em seguida, os dados foram analisados por meio da técnica *Box Plot* para avaliar a dispersão entre os dados observados e os estimados pelo TRMM.

A etapa seguinte consistiu em se verificar a homogeneidade dos dados por meio da aplicação de Correlação de Pearson e da aplicação do Teste *t* de *Student* (SPIGEL, 1993).

Na aplicação do Teste *t* de *Student* considera-se que não existem diferenças entre as duas séries de dados ($\mu_1 = \mu_2$ e $\sigma_1 = \sigma_2$), adotando-se, assim, a hipótese nula (H_0). No entanto, se os resultados se mostrarem diferentes do que os esperados por essa hipótese (H_0), conclui-se que as diferenças observadas são, estatisticamente, significativas.

O nível de significância adotado foi de 0,05, ou seja, 5 % de erro do valor que deveria ser aceito, proporcionando uma confiança de 95 % de que a hipótese seja verdadeira.

Entretanto, se essa hipótese (H_0) for rejeitada quando deveria ser aceita, adotamos que foi cometido um erro do Tipo I (rejeição da hipótese nula como verdadeira).

Sendo assim, para se aceitar a hipótese (H_0) como verdadeira, o escore (z) de uma estatística amostral deve ser $-1{,}96 \leq z \leq 1{,}96$.

Assim, no Teste *t* de *Studen*t, temos:

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sigma\sqrt{1/N_1 + 1/N_2}} \quad (1)$$

onde

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_1 s_1^2 + N_2 s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \quad (2)$$

e

$$s^2 = \frac{(\sum_{i=1}^{n} X_i - \mu)^2}{N - 1} \quad (3)$$

Dessa forma, considera-se que μ_1 e μ_2 correspondem às respectivas médias mensais dos dados reais e sintéticos, N_1 e N_2 são as amostras mensais analisadas, σ o desvio padrão entre as séries e s_1^2 e s_2^2 as respectivas variâncias de cada série. Já quanto ao grau de liberdade da distribuição *t*, adotou-se:

$$V = N_1 + N_2 - 2 \quad (4)$$

Os resultados da estatística *t* de *Student* permitiram verificar se os dados estimados pelo TRMM podem ser considerados, estatisticamente, homogêneos às precipitações observadas na estação do INMET de Uberaba.

RESULTADOS

Nas Tabelas 1 e 2 estão dispostos os totais mensais de precipitação observados na Estação do INMET de Uberaba (Tabela 1) e os totais mensais estimados pelo satélite TRMM para o período de 2000-2012 (Tabela 2), bem como suas estatísticas descritivas.

Tabela 1 – Totais pluviométricos mensais observados na Estação Meteorológica de Superfície do INMET – Uberaba e estatística descritiva

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2000	523,1	350,0	392,6	85,2	6,2	0	9,1	6,4	112,6	54,6	190,6	351,1
2001	175,2	146,9	173,9	24,9	27,7	0	23,9	74,1	30,0	94,0	212,4	242,7
2002	308,8	354,7	126,0	9,3	66,0	0	13,0	2,0	53,8	71,4	190,7	206,1
2003	550,3	190,6	336,9	73,0	56,3	0	0	12,7	50,5	91,6	154,1	221,1
2004	214,4	359,8	168,6	143,0	58,2	36,6	31,4	0	6,0	136,9	113,0	482,8
2005	395,2	110,3	258,8	32,7	103,6	0	5,5	38,6	73,7	144,2	217,6	298,2
2006	245,3	287,5	285,6	65,8	46,2	2	0	27,5	51,9	241,2	187,5	299,7
2007	414,9	198,2	104,9	109,6	17,3	0	15,7	0	10,2	166,5	245,8	317,6
2008	341,9	385,3	320,8	235,4	75,2	0	0	18,8	40,2	68,8	121,0	450,3
2009	291,2	251,3	200,6	48,4	41,5	28,9	11,4	20,9	88,1	152,4	153,5	339,3
2010	411,2	169,5	211,8	96,0	18,3	9,5	0,0	0	72,1	176,4	366,9	226,3
2011	284,7	188,1	629,3	301,2	0	25,1	0	2,9	2,0	151,6	148,8	213,7
2012	415,5	156,0	128,5	86,6	73,0	91,0	10,2	0	30,6	35,5	221,8	169,2
Média	351,7	242,2	256,8	100,9	45,3	14,9	9,2	15,7	47,8	121,9	194,1	293,7
Mediana	341,9	198,2	211,8	85,2	46,2	0	9,1	6,4	50,5	136,9	190,6	298,2
Máx.	550,3	385,3	629,3	301,2	103,6	91,0	31,4	74,1	112,6	241,2	366,9	482,8
Mín.	175,2	110,3	104,9	9,3	0	0	0	0	2,0	35,5	113,0	169,2
Amp.	375,1	275,0	524,4	291,9	103,6	91,0	31,4	74,1	110,6	205,7	253,9	313,6
D. Pad	113,2	94,6	142,9	83,7	30,5	26,3	10,0	21,5	33,0	58,3	65,5	95,0
CV (%)	32	39	56	83	67	177	109	137	69	48	34	32

Legenda: Máx: valor máximo; Mín: valor mínimo; Amp: Amplitude; D.Pad: Desvio padrão da série; CV: Coeficiente de Variação (%).

Muito embora se observe que para alguns meses os dados propostos pelo satélite TRMM estão superestimados, em outros meses os dados TRMM mostram-se subestimados. A estatística descritiva aplicada a ambas as séries apresenta valores com forte similaridade.

As diferenças nos valores médios de ambas as séries são muito sutis, assim como os resultados encontrados para seus desvios padrões.

Collischonn et al. (2006) acreditam que a estimativa de precipitação do satélite TRMM é bastante precisa quando comparada com dados de solo. Dessa forma, a estimativa de satélite pode ajudar a identificar pluviômetros com problemas de leitura ou ainda, pluviômetros mal localizados, constituindo-se em ferramenta para consistência de dados.

Tabela 2 – Totais pluviométricos mensais propostos pelo satélite TRMM para Uberaba e estatística descritiva

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2000	475,4	347,8	272,4	61,0	1,0	0	9,1	8,0	146,4	67,8	216,0	258,3
2001	213,0	174,7	177,1	42,3	78,1	0	16,5	43,7	49,8	65,8	237,0	334,0
2002	259,5	357,7	115,5	11,5	51,7	0	4,3	6,0	59,5	43,0	148,2	257,1
2003	605,2	197,9	243,7	128,3	51,7	0	3,1	13,4	69,1	53,9	251,9	172,7
2004	294,2	272,8	137,3	113,6	46,0	19,4	41,8	0	8,3	115,5	144,8	379,4
2005	364,1	102,1	205,8	61,3	100,6	37,1	4	5,2	100,8	78,0	295,9	304,7
2006	263,1	327,8	224,8	109,6	17,0	18,0	1,8	16,7	48,2	227,2	215,2	363,1
2007	473,4	213,0	97,6	81,6	20,1	0	69,1	0	7,5	58,1	182,8	296,3
2008	306,5	316,1	311,4	177,4	31,6	16,4	0	26,1	37,4	83,9	112,0	360,4
2009	406,4	280,0	323,6	102,2	87,0	24,3	5,3	37,5	100,5	189,7	197,6	324,3
2010	292,9	232,6	239,1	77,1	24,5	8,0	0	0	80,6	170,5	248,8	229,5
2011	406,3	179,1	478,9	154,1	2,2	18,5	0	5,1	9,5	179,7	153,9	317,5
2012	449,8	144,9	170,3	112,8	36,6	106,3	10,9	0	43,7	67,5	217,9	239,1
Média	370,0	242,0	230,6	94,8	42,2	19,1	12,8	12,4	58,6	107,7	201,7	295,1
Mediana	364,1	232,6	224,8	102,2	36,6	16,4	4,3	6,0	49,8	78,0	215,2	304,7
Máx.	605,2	357,7	478,9	177,4	100,6	106,3	69,1	43,7	146,4	227,2	295,9	379,4
Mín.	213,0	102,1	97,6	11,5	1,0	0	0	0	7,5	43,0	112,0	172,7
Amp.	392,2	255,6	381,3	165,9	99,6	106,3	69,1	43,7	138,9	184,2	183,9	206,7
D. Pad	111,9	81,7	102,3	45,5	31,3	28,7	20,3	14,7	41,1	62,0	51,9	60,7
CV (%)	30	34	44	48	74	151	159	118	70	58	26	21

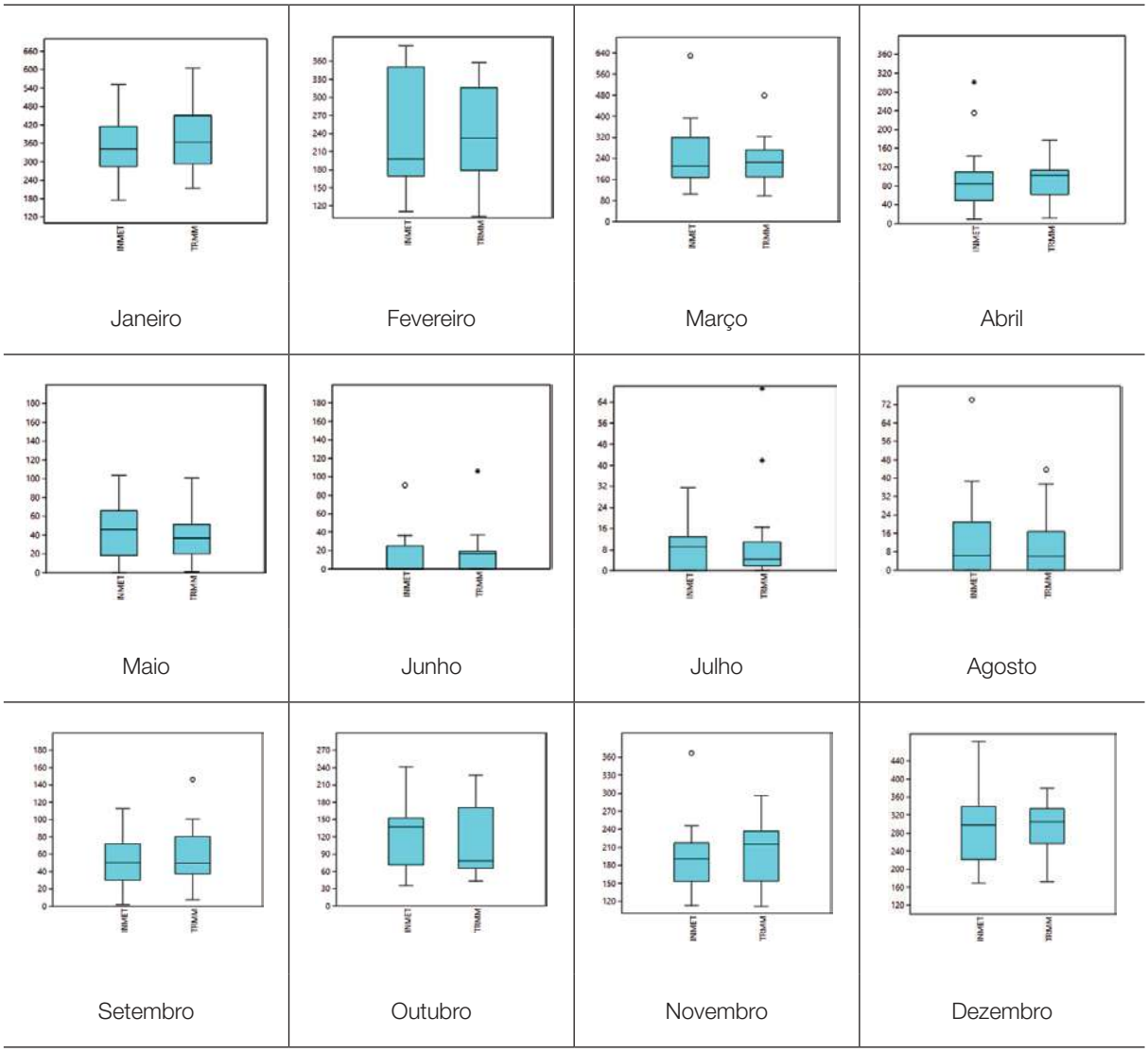
Legenda: Máx: valor máximo; Mín: valor mínimo; Amp: Amplitude; D.Pad: Desvio padrão da série; CV: Coeficiente de Variação (%).

A Figura 2 demonstra a comparação entre os dados mensais observados com os estimados pelo TRMM utilizando a técnica do *Box Plot*.

Os gráficos da Figura 2 demonstram que o satélite TRMM subestimou os dados pluviométricos nos meses de fevereiro, março, abril, maio, junho, julho, agosto e dezembro, mantendo-os mais próximos da tendência central (mediana). Especificamente, para os meses de abril e agosto, o TRMM subestimou, também, os eventos pluviométricos intensos, mantendo o conjunto de dados mais próximos da mediana.

Já os dados de janeiro e novembro foram superestimados pelo TRMM. Os gráficos para esses meses na Figura 2 demonstram aumento na dispersão dos dados quando comparados aos observados na estação do INMET. Para o mês de outubro, o TRMM subestimou o conjunto de dados, sugerindo redução no valor da mediana.

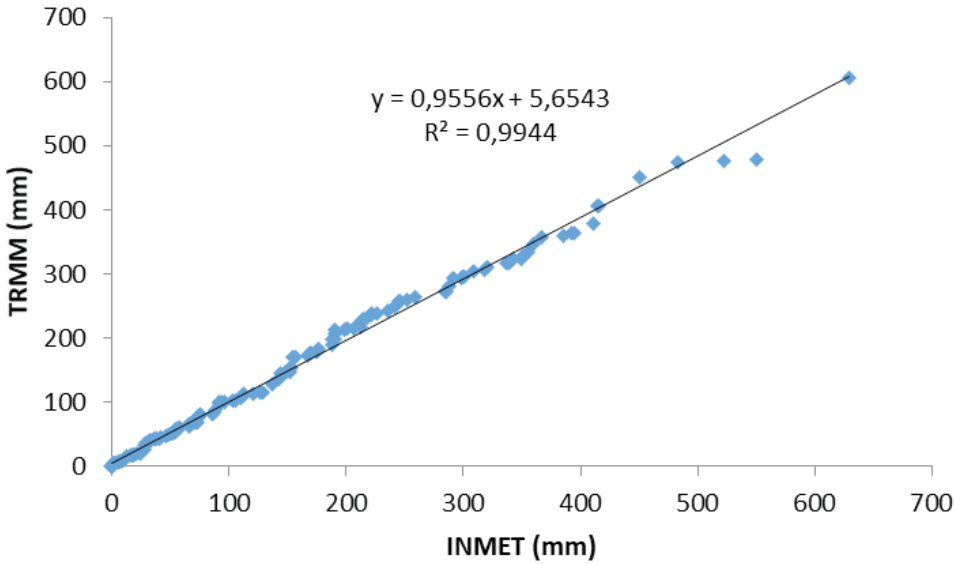
Figura 2 – BoxPlot dos totais mensais de precipitação observados (INMET) e estimados pelo TRMM



Fonte: Dados analisados do INMET e do INPE/TRMM

A aplicação da Correlação de Pearson entre os dados observados (INMET) e os dados estimados (TRMM)(Figura 3) revelou o elevado grau de correlação uma vez que a maior parte de ambos os conjuntos de dados posicionou-se, praticamente, sobre a reta de regressão, bem como o elevado coeficiente de determinação (R^2=0,994) entre ambas as séries.

Figura 3 – Correlação entre os dados observados na Estação Meteorológica do INMET e os dados estimados pelo satélite TRMM para Uberaba (MG)



Fonte: Dados analisados do INMET e do INPE/TRMM

Por fim, a Tabela 3 mostra o resultado da aplicação do Teste *t* de *Student* para a verificação da homogeneidade entre os dados de ambos os sítios utilizados. Considerando o nível de significância de 95 % (*p-value*= 0,05) a hipótese H_0 (de que ambas as séries são, estatisticamente, homogêneas) deverá ser rejeitada sempre que o valor "z" encontrado estiver -1,96 <z <+1,96 (SPIEGEL, 1993).

Tabela 3 – Estatística (z) do Teste *t* de *Student* para os dados observados na Estação do INMET e propostos pelo satélite TRMM para Uberaba, no período 2000-2012.

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
-0,41	0,00	0,54	0,23	0,27	-0,39	-0,55	0,45	-0,73	0,60	-0,33	-0,05

Fonte: organizado pelos autores a partir da aplicação do Teste t de Student aos dados do INMET e INPE/TRMM.

Os resultados da estatistica (z) do Teste *t* de *Student* demonstram que a hipótese H_0 pode ser aceita para todos os meses, considerando que os dados de ambas as séries são, estatisticamente, homogêneos.

Dessa forma, corroborando com os resultados encontrados em Collischon et al. (2006; 2007), Nobrega et al. (2008) e Anjos et al. (2016), é possível utilizar dados obtidos do satélite TRMM para Uberaba uma vez que eles representam, muito bem, o comportamento das chuvas mensais, sendo uma alternativa para as possíveis ausências de dados em suas séries temporais.

CONCLUSÕES

Com base nos dados utilizados e na metodologia proposta, é possível considerar que a aplicação da estatística descritiva revelou forte similaridade entre os dados observados na estação meteorológica de superfície para Uberaba e os estimados pelo satélite TRMM para o mesmo local.

A avaliação feita pela técnica do *Box Plot* demonstrou que na maior parte dos meses os dados do TRMM subestimaram os valores mensais de pluviosidade, sobretudo em relação aos valores pluviométricos intensos. Verificou-se, também, que a tendência central dos dados TRMM permaneceu semelhante aos dados observados.

A aplicação da Correlação de Pearson apresentou um elevado nível de correlação, principalmente pelo seu excelente coeficiente de determinação (R^2=0,994).

Por fim, a aplicação da estatística *t* de *Student* considerou que ambos os conjuntos de dados são homogêneos, ou seja, de que não há diferenças significativas entre os conjuntos de dados analisados.

Dessa forma, a partir da metodologia proposta, os resultados demonstraram que os dados do satélite TRMM possuem excelente qualidade quando comparados aos dados observados em superfície para Uberaba (MG).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, R.; CANDEIAS, A.L.B.; NÓBREGA, R.S. Caracterização das chuvas através do satélite TRMM em Petrolândia (PE). **Revista Brasileira de Climatologia**. v.18, jan.- jun., 2016. Disponível em:<http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/44652>. Acesso em: 31 out. 2016.

COLLISCHONN, B. **Uso de precipitação estimada pelo satélite TRMM em modelo hidrológico distribuído**. 2006. 128 f. Dissertação. (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2008.

———. et al. Desempenho do satélite TRMM na estimativa de precipitação sobre a bacia do Paraguai superior. **Revista Brasileira de Cartografia,** Porto Alegre, v.59, n.1, pp. 93-99, 2007.

COLLISHONN, B.; COLLISHONN, W; TUCCI, C. Análise do campo de precipitação gerado pelo satélite TRMM sobre a bacia do São Francisco até Três Marias. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL, . **Anais...**, Curitiba, 2006.

DA SILVA, D.F.; PRELA-PANTANO, A.; CAMARGO, M.B. P. Análise de dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o Vale do Médio Parapanema (SP). **REVENG – Engenharia na agricultura**, Viçosa (MG), v.21 n.2, mar.-abr. 2013. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v21n02a04>. Acesso em:

NOBREGA, R.; SOUZA, E. P. GALVÍNIO, J.D. Análise da estimativa de precipitação do TRMM em uma sub-bacia da amazônia ocidental. **Revista de Geografia,** Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 25, n. 1, jan.-abr. 2008.

SANCHES, F. O. O Geógrafo-Climatologista e as mudanças climáticas: uma proposta metodológica. **Revista Equador**, v. 4, pp. 101-118, 2015.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. Tradução e revisão: CONSENTINO, p. 3.ed. São Paulo: Pearson Makron Books/McGraw-Hill do Brasil, 1993.

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

TÉCNICA DE PESQUISA PARA MENSURAR A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO TOTAL EM SUSPENSÃO (MPTS)[1]

RESEARCH TECHNIQUE FOR MEASURING ATMOSPHERIC POLLUTION BY TOTAL SUSPENSION PARTICULATE MATERIAL (TSPM)

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN PARA MENSURAR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA POR MATERIAL PARTICULADO TOTAL EN SUSPENSIÓN (MPTS)

Vladimir Aparecido dos Santos
Mestre pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD;
vladimirvas@yahoo.com.br

Charlei Aparecido da Silva
Professor Doutor da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD;
charleisilva@ufgd.edu.br

Resumo: Considerando que as ações humanas promovem as re/construções do espaço, suas interferências provocam o rearranjo do clima por meio toda modernização técnico-científica e, como resultado, a poluição atmosférica. Tal poluição permanece suspensa no ar em forma de partículas exíguas de materiais provenientes da queima de materiais sólidos, de combustível fóssil e da ascensão de poeira, que por sua vez são passíveis de serem respiradas, provocando diversos males à saúde humana e distúrbios climáticos. A partir dessas considerações, que o presente trabalho contemplará em análises e caracterização do clima de Dourados no estado de Mato Grosso do Sul (MS), bem como desenvolver um roteiro-teórico-metodológico para a concepção e quantificação da poluição aérea, ou seja, materiais particulados em suspensão, na atmosfera da referida cidade, por meio da adaptação de uma proposta utilizada no final da década de 1980, utilizando coadores de café, filtros de papel descartáveis, garrafas *pet*, cabos de vassoura de madeira e balança analítica. Bem como os resultados adquiridos por esse simples método, e suas respectivas análises dos pontos/locais observados.

1 Esse texto foi parcialmente publicado no III Seminário Ibero Americano de Geografia Física e no VII Seminário Latino Americano de Geografia Física realizado na Universidade Federal do Amazonas – UFAM, em Manaus (AM), em 2012 sob o título "O clima de Dourados (MS) e a proposição de um roteiro-metodológico simples para entender a poluição atmosférica de áreas urbanas" (SANTOS E SILVA, 2012), trabalho este, que é fruto da Monografia defendida no ano de 2011 na Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, sob o título "Dinâmica climática e poluição atmosférica na cidade de Dourados (MS)" por autoria de Vladimir Aparecido dos Santos e, orientação e supervisão do Professor Doutor Charlei Aparecido da Silva (SANTOS E SILVA, 2011).

Palavras-chave: clima; poluição atmosférica; material particulado total em suspensão (MPTS); Dourados

Abstract: By considering thathuman actions promote the re-constructions of the space, they also interfere over the climate through the technical and scientific modernization resulting the atmospheric pollution. Such pollution remains suspended on the air as exiguous particles of mattes from both burns of solid materials, fossil fuel and up-raised dust from soil and they may be inhaled, resulting into several damages to human health, besides the climate disorders. Based on such considerations, this manuscript will encompass the analysis and characterization of the climate in Dourados city, from Mato Grosso do Sul (MS) state, as well as to develop a theoretical-methodological guide for the conception and quantification of pollution across this area related to particulate matter suspended on the atmosphere. For this purpose, we opted by an analysis proposed in the 80´s with the use of coffee filter, disposable paper filters, pet bottles, wooden broomsticks and analytical balance. We will also describe the results from such a simple method, as well as the analyses of the collection point/location.

Keywords: climate; atmospheric pollution; total suspended particulate matter (TSPM); Dourados

Resumen: Teniendo en cuenta que las acciones humanas faciliten la re/construcción del espacio, su interferencia causa el reordenamiento climático a través de toda la modernización técnica y científica y, como resultado, la contaminación atmosférica. Tal contaminación permanece suspendida en el aire en forma de partículas de materiales exiguos de la combustión de materiales sólidos, combustibles fósiles y el aumento del polvo, que a su vez es probable que se respirado, causando varias enfermedades para la salud humana y perturbaciones climáticas. A partir de estas consideraciones, el presente estudio incluirá para el análisis y la caracterización del clima de Dourados en Mato Grosso do Sul (MS), así como desarrollar un metodológica-script teórica para el diseño y la cuantificación de la contaminación del aire, a saber, materiales en partículas en suspensión en la atmósfera de esa ciudad, a través de la adaptación de una propuesta utilizado a finales de 1980, el uso de filtros de café, filtros de papel desechables, botellas de plástico, escobas de madera y balanza analítica. Así como los resultados obtenidos por este método simple, y sus respectivos análisis de los puntos/sitios observados.

Palabras-clave: clima; contaminación atmosférica; total de materia partículas en suspensión (MPTS); Dourados

JUSTIFICATIVA E PROBLEMÁTICA

A Climatologia Geográfica nasceu para sistematização e subsídio das temáticas relacionadas ao clima. Seu alvo de estudo e pesquisa científica está no âmbito da espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos, sistematizando assim, as evoluções

das ocorrências de tais fenômenos, atuando na caracterização da distribuição espacial dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre, possibilitando a compreensão da intrínseca relação do homem com a natureza. Nesse sentido, a Climatologia Geográfica propõe uma análise cautelosa das intervenções da organização social no espaço natural. Havendo estreita interação da Geografia Física com as Geografias Humanas e Biológicas. (BARROS; ZAVATTINI, 2009)

A partir daí a proposição de sistematização dos diversos tipos de climas, abarcando o mosaico climático do mundo. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) ressaltam:

> A Climatologia constitui o estudo científico do clima. Ela trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície do Planeta durante um longo período de tempo. Esse conceito revela a ligação da Climatologia com a abordagem geográfica do espaço terrestre, pois ele se caracteriza em um campo do conhecimento no qual as relações entre a sociedade e a natureza configuram-se como pressupostos básicos para a compreensão das diferentes paisagens do Planeta e contribui para uma intervenção mais consciente na organização do espaço. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 15)

As variações climáticas se estabelecem de acordo com a temperatura, pressão atmosférica, umidade, quantidade e qualidade das precipitações e velocidade dos ventos, portanto, o clima recebe então, influência de fatores locais. Mendonça e Danni-Oliveira (2007) explicam:

> Para uma melhor compreensão dos diferentes climas do Planeta, os estudos em Climatologia são estruturados a fim de evidenciar os elementos climáticos e os fatores geográficos do clima. Os elementos constitutivos do clima são três: a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica, que interagem na formação dos diferentes climas da Terra. Todavia, esses elementos, em suas diferentes manifestações, variam espacial e temporalmente em decorrência da influência dos fatores geográficos do clima, que são: a latitude, a altitude, a maritimidade, a continentalidade, a vegetação e as atividades humanas. A circulação e a dinâmica atmosférica superpõem-se aos elementos e fatores climáticos e imprimem ao ar uma permanente movimentação. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 15).

Salientando aqui, que toda a dinâmica rítmica dos fenômenos climáticos se estabelece na troposfera e está localizada na primeira camada da atmosfera. Pois,

> [...] é nessa camada que a distribuição das superfícies oceânicas e continentais, as paisagens naturais e aquelas marcadas pelas concentrações urbano-industriais, e os sistemas de exploração do solo irão influenciar, a partir da interação com a dinâmica própria da atmosfera, os fluxos de energia e matéria que se realizam no Sistema Terra-Atmosfera. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 31).

Então, os estudos ligados à classificação climática das diversas regiões do mundo com suas respectivas singularidades vêm a estabelecer um desafio à ciência Climatológica; a

partir da busca incessante dos estudiosos em classificar o clima e aprimorar seus conhecimentos, devemos levar em consideração que o clima é permanente e totalmente dinâmico. Salientando que as pesquisas relacionadas às classificações do clima e previsão do tempo são desenvolvidas devido aos interesses socioeconômicos do homem.

É com o processo de industrialização que se concretizou e ampliou com o passar dos anos, iniciado com a Primeira Revolução Industrial em meados do século XVIII na Inglaterra, a atmosfera deteriora-se com concentração de material particulado (MP), ou seja, um dos grandes poluidores da atmosfera.

Considerando que além dos gases e da umidade que estão presentes na atmosfera, são também percebidas, partículas suspensas no ar de diversas naturezas, como por exemplo, poeira, material sólido das queimadas e vários tipos de gases, que por sua vez se mantêm aéreos no ambiente, devido à sua volatilidade. Tais materiais, dependendo de seu tamanho, permanecem por longos períodos suspensos na atmosfera, provocando assim inúmeras perturbações, como por exemplo, a alteração do pH da água da chuva, tornando-a ácida, alteração no balanço de radiação e outros distúrbios até, por fim, serem retirados da atmosfera através de processo de precipitação pluviométrica. Pois, a poluição é inerente ao espaço cultural industrializado, não deixando assim de ser uma grande ameaça para toda biosfera. (CARVALHO, 1975).

Em virtude do aumento demográfico populacional e da demanda industrial, consequentemente também aumenta o nível de emissão de CO_2 na atmosfera. "Entende-se por poluição atmosférica o teor excessivo de substâncias estranhas na atmosfera, podendo prejudicar o bem-estar, a saúde e causar prejuízos a bens, assim define a Organização Mundial de Saúde"(CARVALHO, op. cit., p. 114).

Reiterando a concepção de Carvalho (1975), a crescente emissão de poluentes no ar vem a contribuir preponderantemente para o desenvolvimento de inúmeros males à saúde do homem, pois como já foi dito, as partículas e gases se fazem minúsculas e, portanto, respiráveis, provocam sérias complicações respiratórias entre outros males.

Um fator determinante para a poluição atmosférica são as queimadas que se estabelecem por todo o Brasil. Em Dourados, por exemplo, são observadas tais problemáticas de poluição inerentes às queimas de materiais sólidos e de combustíveis fósseis, ascendendo o agravamento de adensamento de partículas sólidas suspensas no ar, principalmente no período de inverno, onde as condições de tempo são estáveis. Tais processos de poluição vêm a provocar, impreterivelmente, o desequilibro nos padrões de tipos tempo e suas sucessões habituais formadores do clima.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA CIDADE DE DOURADOS NO MATO GROSSO DO SUL

A região do Centro-Oeste possui mecanismo atmosférico de certa forma homogêneo, devido ao seu relevo e latitude, porém com a alteração da altitude e latitudes, tornam propícia a heterogeneidade (NIMER 1989). Levando em consideração que o fator

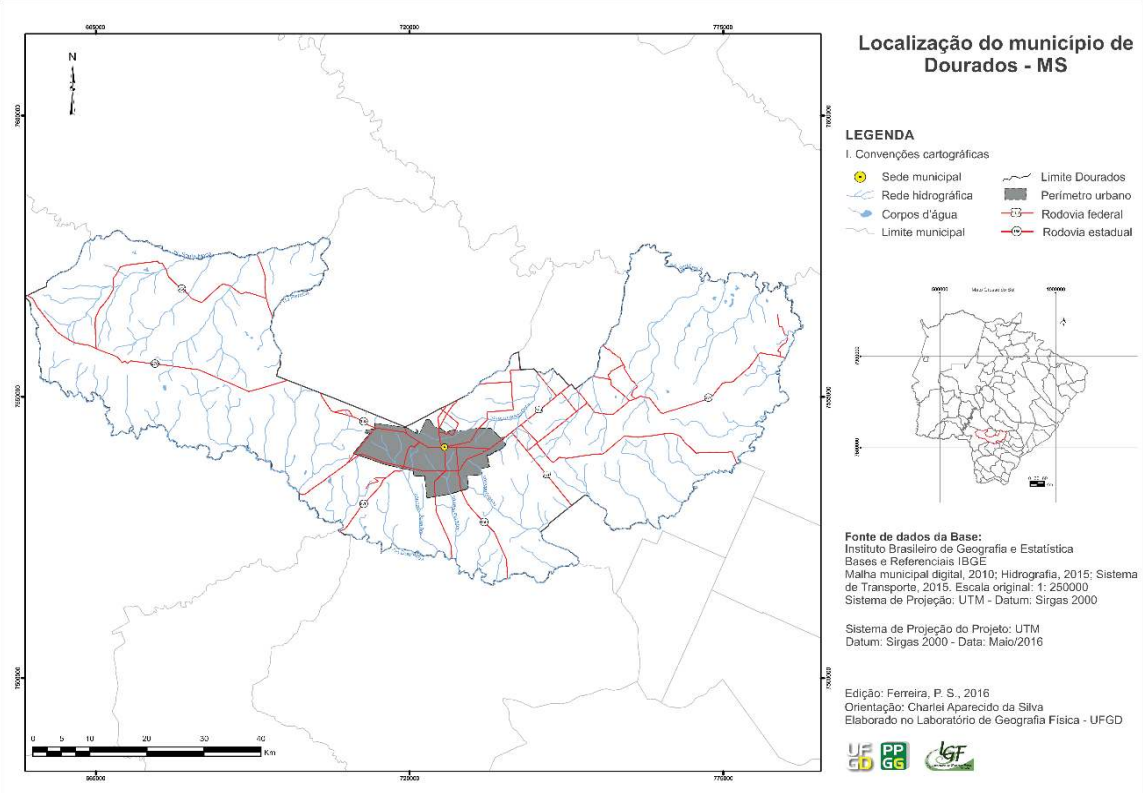
geográfico estático do clima, no caso, o relevo, vem a ser um dos agentes responsáveis pela dinâmica climática da região. Além disso, o clima é condicionante fundamental na formação do ambiente físico geográfico, Monteiro (1951, p. 3):

> [...] pela ação profunda que exerce na composição da paisagem natural e influência na paisagem cultural, o clima constitui, ainda, elemento verdadeiramente fundamental à compreensão e interpretação das inúmeras "combinações" existentes num meio geográfico qualquer.

É importante destacar que as características climáticas regionais se dinamizam de acordo com os fatores geográficos que influenciam diretamente para a execução dos elementos do clima, "assim, pelo estudo de conjunto de tais características, poder-se-á expressar melhor o tipo ou tipos de clima reinantes na região", Monteiro (1951, p. 7).

Na cidade de Dourados (Figura 1), constata-se que topograficamente sua área corresponde ao Planalto de Dourados. Sua localização é ao sul de Mato Grosso do Sul, conforme dados da Embrapa Centro-Oeste (Embrapa-CPAO) a latitude do município é de 22º16'30"S e sua longitude 54º49'00"W, com altitude média próxima de 408m. A população do município é de 196.035 habitantes, com área total de 4.086,244 km², os biomas predominantes na área são o Cerrado e a Mata Atlântica, segundo as informações obtidas do IBGE.

Figura 1 – Localização do município de Dourados (MS) e sua área urbana



Fonte: Santos, 2016, p. 982.

De acordo com as pesquisas de Parra (2001), inerentes a Dourados, são equilibradas suas sensações de conforto térmico nas quatro estações, pois os períodos de outono/inverno tornam-se mais confortáveis, ao contrário da primavera/verão onde o calor provoca elevação do desconforto térmico. Comparando a capital Campo Grande com o município apontado, há diferenças de amplitudes térmicas mensais, onde o inverno revela principal diferença, com média de 15°C.

Parra (2001) aponta também que, entre as duas cidades revelam-se também disparidade nas taxas de umidade relativa, com diferença média na casa dos 4 %, assim, Dourados possui média anual de 74 %, e em Campo Grande com 17 °C e 70 %. As amplitudes térmicas são expressivas, pois a continentalidade é o fator climático responsável no estabelecimento do clima de Dourados.

A Tabela 1 a seguir, demonstra o comportamento das normais climatológicas da região de Dourados (MS), considerando o período de 1979 a 2000.

Tabela 1 – Variação térmica de Dourados (MS)

Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
T (ºC)	25,3	24,8	24,4	22,7	19,6	17,7	17,7	19,7	21,0	23,5	24,5	25,2	22,2
CV(1) (%)	5,9	6,0	7,4	12,3	17,3	21,5	24,3	19,8	18,6	12,8	9,8	7,9	18,5
TM (ºC)	31,6	31,2	31,0	29,3	26,1	24,5	25,5	27,8	28,2	30,4	31,3	31,4	29,0
Tm (ºC)	21,0	20,6	19,9	18,0	15,1	12,8	12,1	13,8	15,6	18,2	19,4	20,5	17,2
UR (%)	81	83	81	81	80	80	73	69	70	73	73	77	77
CV(1) (%)	11,6	8,9	10,9	11,2	12,8	12,0	16,0	20,7	22,0	19,2	18,8	15,6	16,2

(1) Coeficiente de variação

Temperatura média (T), temperatura máxima (TM), Temperatura mínima (Tm) e umidade relativa do ar (UR)

Fonte: Fietz e Fisch, 2008, p. 12.

Fietz e Fisch (2008, p. 29) identificam a classificação climática para a cidade de Dourados, de acordo com a classificação de Köppen:

> Na literatura, a região de Dourados é classificada como do tipo Cfa, Cwa e Aw de Köppen.
>
> [...] o clima da região é de fato do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos), pois a temperatura do mês mais frio (junho e julho) é inferior a 18 ºC e a do mês mais quente (janeiro) é superior a 22 ºC. Além disso, o total de chuva no verão supera em mais de dez vezes a menor precipitação mensal (julho).

Então, os resultados da ação antrópica no ambiente urbano têm preponderância na motivação dessa pesquisa, para estabelecer a dinâmica dos elementos meteorológicos do clima, bem como a poluição atmosférica urbana, ocasionada pelos fluxos de trânsito, queimadas e emissões industriais, responsáveis pelo lançamento de material particulado na atmosfera.

Portanto, a justificativa para este trabalho é o de contribuir para uma tentativa de entendimento da complexa relação homem-natureza quanto à degradação da atmosfera do ambiente urbano, tal prejuízo resultado das invenções tecnológicas humanas, as quais visam o econômico, não medindo, por conseguinte as consequências de suas interferências no meio ambiente.

Haja vista que todas as ações no interior urbano e em seu interstício com o rural, propiciam a elevação da poluição atmosférica, faz-se necessário registrar aqui, a respeito do pouco interesse de realização de trabalhos com a temática, visto que até o início do ano de 2010 não havia trabalhos científicos com bases concretas de mensuração dos materiais particulados na cidade de Dourados.

OBJETIVOS

Os objetivos da pesquisa foram de apontar quantitativamente o material particulado total em suspensão (MPTS) no ar da área urbana de Dourados em sistema de rede, isto é, estudar a ocorrência de partículas sólidas totais presentes na atmosfera e associá-las as condições dos tipos de tempo e do clima incidente na área da pesquisa por meio de um roteiro metodológico simples, com equipamentos artesanais de fácil construção e instalação para captação de MPTS, espalhados por vários pontos do perímetro urbano.

Além disso, estabelece a tentativa de contribuir para a compreensão dos tipos de tempo e do clima nas escalas regional e local. Em grande medida, possibilitar a ampliação do conhecimento efetivo da problemática que envolve a intromissão do homem no meio ambiente, identificando mudanças que influenciam o rearranjo climático atmosférico urbano.

O trabalho ainda se propõe a elucidar reflexões referentes à saúde da população geral sob o ponto de vista dos prejuízos da mesma a partir da inalação dos materiais particulados suspensos na atmosfera urbana.

MATERIAS E MÉTODOS

A referente pesquisa foi realizada conforme o roteiro teórico-metodológico previsto e discutido no âmbito do Laboratório de Geografia Física (LGF), da UFGD, a partir de bibliografias que abordam a dinâmica do clima e de suas concepções teóricas, históricas e práticas, que por sua vez foram essenciais para a efetivação das ciências inerentes à Climatologia.

De acordo com o que foi proposto pelos objetivos, é conveniente então descrever os procedimentos desenvolvidos nas atividades. É pertinente dizer também, que os resultados finais foram analisados tendo como base o rigor exigido pela ciência, para consequentemente expor críticas e possíveis sugestões na análise final das confrontações dos dados obtidos no findar da pesquisa. Porém, esse trabalho vem promover a proposta de um roteiro-metodológico para obtenção de quantificação de MPTS no ar, e, obviamente, sem esgotar o assunto, cabíveis ainda inúmeras pesquisas com relação a esta temática.

Levando em consideração que, para que este trabalho pudesse validar-se, foi necessário analisar grandes teóricos, como também a aplicabilidade de modelos empíricos, para que finalmente fosse efetivado o que está sendo proposto. Foram utilizados então, os trabalhos produzidos por Sorre (1951), Zavatini (1992; 2009), Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Zavatini e Sant´Anna Neto (2000), Troppmair (1988), Monteiro (1971; 1976), Sant'Anna Neto (1998), Nimer (1989), Silva (2001), entre outros autores que serão mencionados na bibliografia.

Dessa forma, foi de extrema relevância a extração dos conceitos referentes aos processos históricos sociais e industriais, elementos climáticos, fatores geográficos do clima, padrão de comportamento da atmosfera e sua sazonalidade, bem como a poluição atmosférica e MPTS. Partindo desse ponto, obteve-se apreciação dos referidos modelos teóricos, os quais auxiliam no entendimento da poluição do ar, isto é, dos MPTS na atmosfera da cidade de Dourados.

O *software* utilizado para identificação dos locais a serem instalados os equipamentos na área urbana foi o AutoCAD 2004 que possui extensão digital "*.dwg", contendo *layers,* isto é, camadas específicas de cada vetor (bairros, ruas, limites dos bairros e municipal, nomenclaturas, lagos e córregos, área dos terrenos). Também é pertinente dizer que os pontos estudados foram registrados com aparelho de GPS (*GPS e-TREX Garmin)*, e inseridos posteriormente no produto cartográfico para melhor visualização de cada local observado.

Para a confecção dos equipamentos, optou-se por adaptar a proposta de Troppmair (1988), que propõe uma metodologia simples e acessível para mensurar a quantidade de MPTS existente na atmosfera. A técnica propõe utilizar filtros de papel descartáveis, balança analítica de precisão para determinar o peso (gramas) de partículas sólidas existentes no ar em uma dada área, em especial áreas urbanas e vidros de palmito devidamente limpos e secos.

No processo de adaptação da metodologia de Troppmair (1988), para que se obtivesse o máximo de proveito nessa pesquisa e consequentemente viesse a atingir os objetivos intentados, os materiais utilizados foram: coadores de café, filtros de papel descartáveis, cabos de vassoura, abraçadeira de *nylon*, fitas adesivas do tipo "larga" e "estreita", garrafas *pet* e balança analítica de precisão.

A coleta do MPTS foi realizada no período mais seco do ano para Dourados, isto é, estação de inverno, com total de vinte dias de observação, e desde o posicionamento latitude e longitude, até o horário de instalação foram registrados em fichas de campo pré-estabelecidas (Figura 2). Dessa forma, os equipamentos foram instalados de forma ordenada em pontos estratégicos na tentativa de cobrir o máximo a área urbana da cidade.

Figura 2 – Ficha de campo

COORDENADAS				Altitude (metros)
Latitude	Longitude	Geográfica 21K / UTM		
22°13'48,8"	54°46'03,9"	0730083	7539993	413









ENDEREÇO
Rua Filomeno João Pires
Bairro João Paulo II

Ponto 12 – João Paulo II = esse bairro e afastado do centro, nem todas as ruas são asfaltadas, porem é bem arborizado, é uma área residencial, não tem proximidade com lavouras, e ha poucos terrenos baldios, os terrenos têm em média 360m². A rua onde foi posto o equipamento é movimentada, pois é uma rua que da acesso a outros bairros, e é asfaltada. O quintal escolhido para a instalação, é todo recoberto por calçadas e possui algumas árvores em seu entorno. Não observado a existência de industria por perto. As casas são bem proximas umas das outras, havendo construções em alvenaria altas, onde que a circulação de ar é um tanto comprometida, dando a sensação de abafado.

Fonte: Silva (2001) – Adaptação: Santos (2011, p. 91).

O procedimento de montagem do equipamento foi executado de forma totalmente artesanal, onde que o coador de café foi fixado com a fita adesiva à garrafa *pet* devidamente lavada por dentro e por fora; logo depois o filtro de papel foi encaixado no coador e devidamente preso nas laterais com fita adesiva (Figura 3).

Figura 3 – Materiais necessários para a construção dos equipamentos

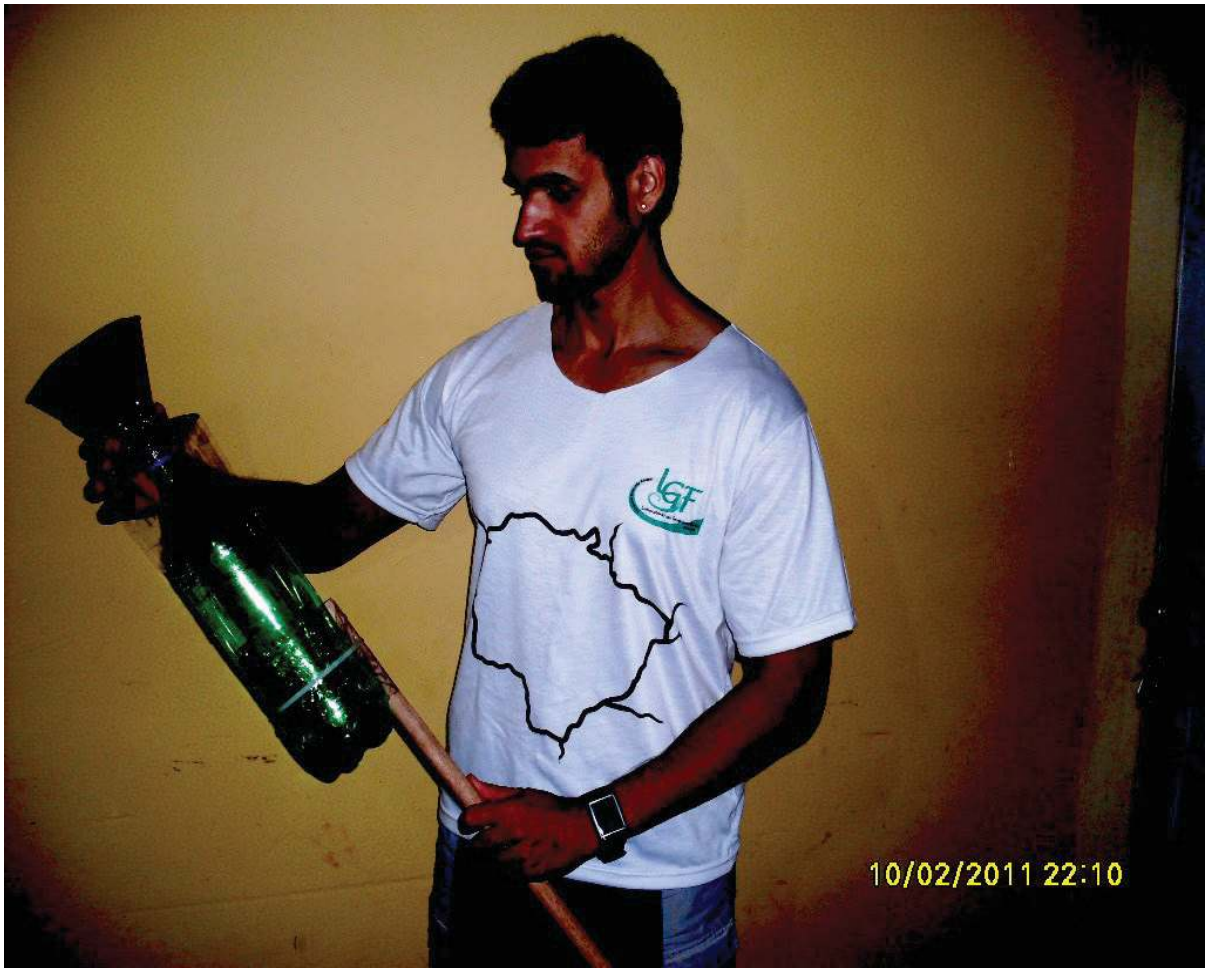


Fonte: Foto de Santos, V. A.

Foram escolhidos 32 bairros para as análises de MPTS suspenso na atmosfera. As características das dimensões espaciais dos bairros são peculiares, apesar de alguns possuírem terrenos com áreas semelhantes, são diferentes no que diz respeito às formas de ocupação e organização, bem como ao conjunto que forma seu entorno, à localização, fluxos de trânsito, posicionamento das casas dentro dos terrenos e nível arbóreo das ruas.

No momento da instalação do equipamento no local, foram fixados ao cabo de vassoura com a fita adesiva e com uma abraçadeira de *nylon* para garantir que a garrafa não se desprendesse do cabo com um possível advento natural ou humano (Figura 4). Cabendo aqui salientar que foi construído um primeiro modelo para teste, sendo feitas frequentes observações ao experimento por sete dias, com intuito de estudar possíveis danos que o equipamento viesse a sofrer, para daí elaborar formas de prevenção de problemas no decorrer do período de coleta do MPTS.

Figura 4 – 1.° Coletor de MPTS construído para teste



Fonte: Santos (2011, p. 70)

Salientando que a altura mínima estabelecida foi o de no mínimo 1,5 metros de altura do chão à base inferior do cabo, com o intuído de captar a poluição que estivesse efetivamente suspensa no ar à altura média de respiração de uma pessoa. Além disso, o equipamento não poderia ser posicionado embaixo de árvores por conta das folhas que tendem a cair naturalmente (Figura 5).

Figura 5 – Modelo de instalação e posicionamento do equipamento



Fonte: Santos (2011, p. 91)

Durante período de medição, foram feitas rotineiras observações para certificação da normalidade do processo, e assim, evitar perdas de amostras.

Ao final da fase de coleta do MPTS, os coadores foram desconectados das garrafas e ambos etiquetados; as garrafas foram devidamente fechadas com tampas, para posteriormente fazer a refiltragem da água armazenada (Figura 6), esta foi medida com um pluviômetro para obter com precisão o quanto choveu em cada local. Os filtros foram armazenados em sacos plásticos e devidamente identificados (Figura 7).

Figura 6 – Refiltragem da água armazenada



Figura 7: Armazenamento dos filtros



Fonte: Santos (2011, p. 75 e p. 113)

Ressaltando que os filtros formam pesados em uma balança analítica de precisão antes de todo o processo de confecção, instalação e captação, pois apesar dos filtros terem sido produzidos em série de forma industrial, suas massas possuem diferenças, não podendo assim ter sido atribuído uma média geral de peso, dessa forma, o peso final do filtro, ou seja, após o período de captação será outro, e utilizando a operação matemática de subtração, obterá por fim o valor do resíduo de poluição que permaneceu retido.

Para zelar pela segurança da sociedade e não haver possíveis problemas com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) quanto à proliferação do mosquito da Dengue (*Aedes Aegypti*) na cidade, por conta da água limpa e parada que ficou armazenada nos recipientes, nos bocais das garrafas ao encaixar o coador de café, foi aplicada uma espessa camada de cola de silicone, vedando assim, toda e qualquer abertura, impossibilitando que o mosquito viesse a depositar suas larvas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serão apresentados de forma descritiva e analítica, os resultados encontrados a partir das pesagens dos filtros, conforme foram descritos anteriormente, e assim, correlacionando tais resultados com a descrição panorâmica do entorno dos locais de onde foram instalados os equipamentos, observando a possível existência de indústrias e lavouras, intensidade de fluxo de trânsito, circulação de ar, etc., numa tentativa de compreender e justificar a quantidade de MPTS na atmosfera urbana de Dourados.

Dos 32 bairros observados, os centrais e os que estão mais próximos ao centro possuem fluxo de trânsito maior e, consequentemente, de maior concentração de resíduos sólidos suspensos no ar.

Os bairros escolhidos também são inerentes a maior (visualmente) emissão de poluentes pelos veículos automotores, diferentemente dos bairros localizados na periferia, os quais se mostram mais calmos com relação ao trânsito, porém, deve-se levar em consideração se há pavimentação asfáltica ou não, indústrias e até mesmo lavouras. Pois, sendo o fluxo de trânsito de média a alta intensidade em ruas não asfaltadas, os MPTS's são emitidos em proporções maiores.

A partir desse momento, serão apresentadas as análises dos resultados coletados em campo, que por sua vez foram planilhados para melhor compreensão dos níveis de concentração de MPTS e suas possíveis causas evolutivas/cumulativas. Isso, com intuito de contribuir para o entendido de quais tipos de espaços sociais organizados, têm contribuição efetiva para a ocorrência de concentração e permanência dos MPTS na atmosfera urbana de Dourados.

Para a classificação dos resultados encontrados, optou-se por usar o tabelamento dos dados, onde pudesse demonstrar de forma simples e eficaz, as diferenças quantitativas dos bairros amostrados com o uso de cálculo matemático. Para tanto, a tabela é dotada de subdivisões de classes, e os valores do "Quartil" determinam as classificações de baixa, média, elevada e muito elevada de concentração de MPTS no ar, e cada classe está definida por cores distintas, como o azul, verde, amarelo e vermelho (Tabela 2).

Portanto, essa regra veio a satisfazer a necessidade de classificar os resultados amostrados para sua melhor compreensão. Então, o maior resultado do conjunto de valores encontrados na diferença de peso dos filtros é o do Ponto 19 com 0,1929g, resultado do quartil é 0,048, que significa ¼ do valor total, salientado que se optou por usar somente três casas após a vírgula, para melhor análise.

A classificação de concentração ficou da seguinte forma:

- Baixa (azul) para valores até 0,048g;
- Média (verde) para valores de 0,049g à 0,096g;
- Elevada (amarelo) para valores de 0,097g à 0,144g;
- Muito elevada (vermelho) para valores maiores ou igual a 0,145g.

Para realizar a análise dos resultados amostrados, foi necessário usar um cálculo matemático de subtração para obter os valores de diferença entre os filtros. E a equação utilizada para adquirir a quantidade de MPTS coletado foi a seguinte: **PS = (P2 – P1)**

Onde: PS = quantidade de partícula sólida (em gramas) coletada no período;

P2 = peso do filtro após amostragem;

P1 = peso do filtro antes da amostragem.

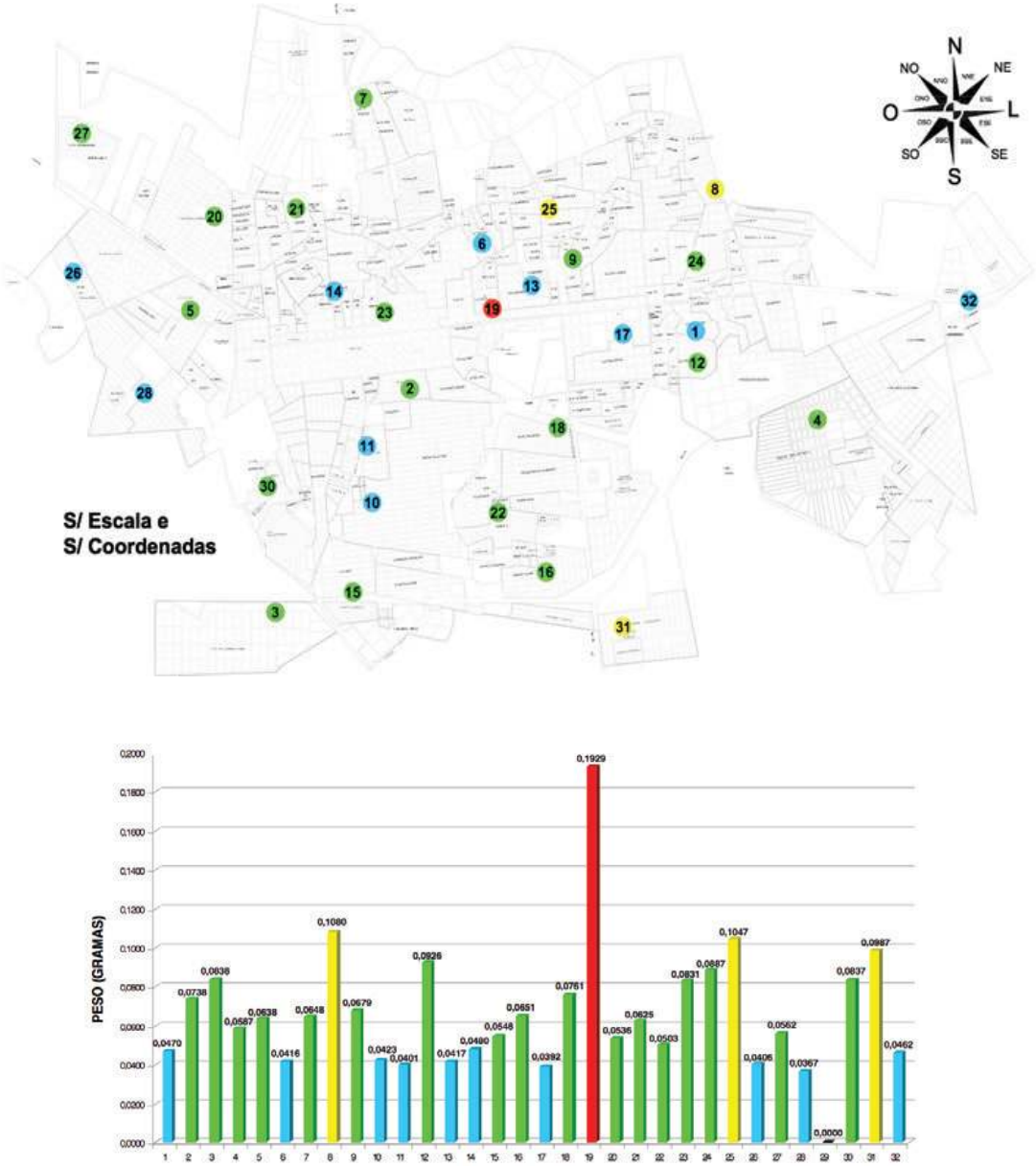
Tabela 2 – Subdivisão em classes dos resultados das concentrações de MPTS amostrados

PONTO	CONCENTRAÇÃO DE MPTS				CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DO QUARTIL	CÁLCULO DA DIFERENÇA INERENTE AOS FILTROS
	BAIXA	MÉDIA	ELEVADA	MUITO ELEVADA		
1					<0,048g = baixa concentração de MPTS; de 0,049g a 0,096g = média concentração de MPTS; de 0,097g a 0,144g = elevado concentração de MPTS; > 0,145g = muito elevado concentração de MPTS	0,0470
2						0,0738
3						0,0838
4						0,0587
5						0,0638
6						0,0416
7						0,0648
8						0,1080
9						0,0679
10						0,0423
11						0,0401
12						0,0926
13						0,0417
14						0,0480
15						0,0548
16						0,0651
17						0,0392
18						0,0761
19						0,1929
20						0,0536
21						0,0625
22						0,0503
23						0,0831
24						0,0887
25						0,1047
26						0,0406
27						0,0562
28						0,0367
29	...	...	...	...		...
30						0,0837
31						0,0987
32						0,0462

Organização: Santos (2011, p. 115)

De acordo com os dados amostrais das diferenças de valores, inerentes aos filtros conforme apresentado na Tabela 2, optou-se em construir um cartograma em conjunto com um gráfico que proporcionasse leitura simples, contemplando efetivo entendimento sobre os níveis reais de concentração de MPTS presentes na atmosfera dos bairros estudados. Salientando que, o gráfico e o cartograma, obedecem às cores que representam os níveis classificatórios da concentração de partículas aéreas. Segue o Figura 8 com as referidas informações.

Figura 8 – Concentração de MPTS e sua distribuição espacial na cidade de Dourados (MS)



Fonte: Santos (2011, p. 116)

O cartograma apresentado na Figura 8, diz respeito à localização dos pontos amostrais, onde que cada ponto está com sua respectiva cor classificatória dos níveis de poluição, além disso, para facilitar a leitura do produto cartográfico, cada ponto está indicado com um número dentro do círculo, referente aos bairros pesquisados.

O referido cartograma tem ligação direta com o gráfico em colunas apresentado em seguida, pois, o mesmo demonstra a real situação da condição da concentração de poluição dos bairros amostrados.

A análise interpola com as condições físicas e de organização social do espaço onde foi pesquisado, isto é, para justificar os valores obtidos nessa pesquisa, são apontadas de forma relacional às condições e características físicas dos entornos dos locais de onde foram dispostos os equipamentos.

Constata-se então, que mais de 50 % dos pontos amostrados demonstram nível de concentração de MPTS no ar de "baixa concentração", visto que, a maioria dos pontos amostrais não existe lavouras ou indústrias em seu entorno, exceto o ponto 32, que apesar de fornecer um resultado de baixa concentração, possui em seu entorno indústrias, lavouras e está localizado às margens da BR 163, na qual o fluxo de trânsito é intenso. Porém pode se justificar o referido resultado, pelo fato de ser um local ainda de pouca aglomeração urbana, pois há vários terrenos baldios, promovendo intensa e livre circulação de ar, e, consequentemente melhor dispersão da poluição.

Já os pontos amostrais que apontam resultados para "média concentração" do MPTS, apresentam fluxo de trânsito de intensidade razoável, onde a circulação de veículos tem pico máximo no período diurno. Também deve se levar em consideração, que as condições de aglomeração urbana desses locais são relativamente densas, isto é, além de serem muitas, essas construções são bem próximas umas das outras, além disso, há grande quantidade de árvores no seu entorno, dificultando a circulação de ar, fazendo com que as partículas sólidas permaneçam suspensas na atmosfera por mais tempo.

Deve-se ressaltar que, a maioria desses bairros possui pavimentação asfáltica e poucos terrenos baldios. Alguns dos pontos pesquisados possuem lavouras e indústrias em seu entorno, como é o caso do ponto 3, além disso, o referido ponto, não possui pavimentação asfáltica, mas com a existência de vários terrenos baldios, e poucas árvores, favorecendo a circulação de ar e a dispersão dos particulados.

Os pontos 8 e 31, que apresentaram resultados com nível de concentração de MPTS "elevada", podem ser justificados, pelo intenso fluxo de trânsito e pela existência de indústrias e lavouras em seus entornos. Já o ponto 25, que também apresentou elevado nível de concentração, não existem indústrias e nem lavouras em seu entorno, mas o fluxo de trânsito é muito grande, isso, pelo fato de dar acesso a vários outros bairros.

O único ponto que apresentou o nível de concentração de poluição atmosférica"muito elevada, como se pode observar na Figura 8, é o ponto 19, onde o principal fator que justifica esta condição, é a extrema intensidade do fluxo de trânsito de veículos. Devendo também considerar que o referido bairro está no centro da aglomeração

urbana, no qual, a circulação de ar não é expressiva, por conta das várias edificações, constituindo-se, portanto como barreiras do ar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O esperado com esse trabalho foi proporcionar o efetivo conhecimento a respeito dos tipos de tempo e clima, em escalas global, regional e local. O objeto de estudo dessa pesquisa foi o ambiente atmosférico urbano da cidade de Dourados (MS), e estabelecer compreensão ao sujeito observador dessa cidade quanto às dinâmicas climáticas e sazonalidade dos tipos de tempo que nela acontece. Além disso, desejou-se, desenvolver um roteiro-metodológico simples e acessível que levasse a uma pesquisa de campo totalmente possível, que contemplasse de forma concreta a mensuração em termos quantitativos da massa da poluição atmosférica de Dourados por material particulado.

Esta pesquisa vem, também, chamar a atenção no que diz respeito à saúde da população geral, a qual pode ser prejudicada por conta de inalação dos materiais particulados suspensos na atmosfera do perímetro urbano, onde se concentram fluxos de veículos, emissões de poluição industriais e da queima de biomassa. Problemática esta que se pode agravar nos períodos de inverno, pois a condição de tempo é estável, e isso contribui para a permanência de partículas sólidas suspensas no ar por mais tempo, provocando recorrente proliferação de doenças respiratórias, entre outras.

Os resultados desse trabalho foram apresentados de forma classificatória dos níveis de concentração de MPTS na atmosfera da área urbana de Dourados. Dessa forma, subsidiou as análises posteriores à quantificação e prováveis justificativas das ocorrências dos referidos resultados. Vale ressaltar que essa pesquisa, desenvolvida em 2011, se constituiu como pioneira na cidade com essa linha de estudo. Então, os resultados amostrados, subsidiaram e ainda subsidiarão novas pesquisas, contribuindo para o enriquecimento das produções científicas em climatologia para cidade.

As questões inerentes às condições climáticas e do conhecimento dos processos das elevações de emissão de poluente na atmosfera, devem contribuir para a compreensão de que posteriormente deva haver o desenvolvimento de técnicas de monitoramento e prevenção da concentração de materiais particulados na atmosfera, sendo que esta possui grande potencial em provocar desconforto físico nos habitantes do perímetro urbano.

Valendo dizer, que essa pesquisa foi apenas a "ponta do *iceberg*" no que se refere às pesquisas em qualidade do ar em Dourados (MS), pois, posteriormente ao presente estudo, foi estabelecido no âmago dos autores, o desejo de dar prosseguimento às pesquisas de temática clima urbano e subsistema físico-químico, para compreensões efetivas, da poluição atmosférica — como resultado da produção/interação homem/meio – dos ambientes urbanos, em especial, do referido município.

Para ratifica o que foi dito anteriormente, aponta-se publicações, fruto dos resultados de pesquisas inerentes à qualidade do ar (canal do subsistema da Teoria do Clima

Urbano), de Santos (2014a; 2014b; 2016), Santos e Silva (2013; 2014; 2016a; 2016b) e Silva (2014).

Por fim, é válido elencar que, no ano de 2016, Santos V. A., com orientação de Silva C. A., iniciou novo projeto de pesquisa para tese de doutoramento – no Laboratório de Geografia Física-LGF pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGG da Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD — sob o título "Sistema clima urbano e análise rítmica: subsistema físico-químico e ritmo climático de Dourados (MS)", com o objetivo de estabelecer, o ritmo dos tipos de tempo e clima, a partir do entendimento da dinâmica da circulação atmosférica regional, e suas influências nas dispersões/concentrações de material particulado inalável e MPTS no ambiente urbano da cidade. Sabendo que, ambas as teorias, clima urbano e análise rítmica, foram apregoadas por Monteiro (1971; 1976).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator** – Revista de Geografia da UFC, ano 08, n. 16, pp. 255-261, 2009.

CARVALHO, B. A**. Ecologia e Poluição**. Freitas Bastos – Rio de Janeiro, 1975, 177p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) – EMPRESA AGROPECUÁRIA OESTE (CPAO) – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<https://www.embrapa.br/agropecuaria-oeste >. Acesso em: jan. 2011.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. **O Clima da Região de Dourados, MS** – Embrapa (MS), Documentos 92 – 2. ed., 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades–Mato Grosso do Sul–Dourados. Disponível em:<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=500370>. Acesso em: jan. 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206p.

MONTEIRO, C. A. F**.** Notas para o estudo do clima do Centro-Oeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia,** Rio de Janeiro), ano XVIII, n.1, 1951.

_____. **Análise rítmica em climatologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia – USP/IG, 1971.

_____. **Teoria e clima urbano**. Tese. (Livre-Docência) FFLCH, USP, São Paulo, 1976.

NIMER, E. **Climatologia da Região Centro-Oeste**. Climatologia do Brasil, 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

PARRA, M. A. T. **Regiões Bioclimáticas do Estado de Mato Grosso do Sul**. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001. Tese (Doutorado).

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n. 1, pp. 119- 131, 1998.

SANTOS, V. A. **Dinâmica Climática e Poluição Atmosférica na cidade de Dourados (MS)**. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Federal da Grande Dourados. Mato Grosso do Sul, 2011.

_____.**A qualidade do ar de Dourados (MS):** uma contribuição aos estudos de Clima Urbano com foco no subsistema físico-químico. Dissertação (Mestrado em…) . Universidade Federal da Grande Dourados. Mato Grosso do Sul: UFGD, 2014a.

_____. O Sistema Clima Urbano (S.C.U.): procedimentos de pesquisa no subsistema físico-químico, mensurando a qualidade do ar. In: SILVA, Charlei Aparecido da; FIALHO, Edson Soares; STEINKE, Ercília Torres. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados (MS): EdUFGD, 2014b. pp. 35-53.

_____. A qualidade do ar em Dourados (MS): uma contribuição aos estudos de clima urbano com foco no canal físico-químico. In: SANT'ANNA NETO, João Lima;AMORIM, Margarete C. de Costa Trindade;SILVA, Charlei Aparecido da. (Orgs.). **Clima e gestão do território**. Presidente Prudente: PACO, 2016. pp. 341-368.

SANTOS, V. A.; SILVA, C. A. Conexões entre clima e saúde: classificação e quantificação das ocorrências de internações hospitalares por deficiências do aparelho respiratório dos habitantes do município de Dourados (MS) de 2008 a 2011. **Revista Geonorte**, v.1, n.5, pp.749-760, 2012. Edição Especial 2-Climatologia.

_____. Abordagens climatológicas e Geografia da Saúde: espacialização de poluentes atmosféricos e suas relações com as morbidades hospitalares por infecção do trato respiratório nos habitantes de Dourados (MS) no período de 2008 a 2012. In: ENANPEGE: geografias, políticas públicas e dinâmicas territoriais. 10.2013, Campinas (SP). **Anais...** Campinas, UFGD, 2013. v. 1. pp. 9134-9145.

_____. Procedimentos de pesquisa no canal físico-químico, mensurando a qualidade do ar das cidades: o exemplo de Dourados (MS). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 11 / SIMPÓSIO PARANAENSE DE CLIMATOLOGIA, 5.- REUNIÃO DA COC-UGI, 2014, Curitiba (PR). SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 11/ SIMPÓSIO PARANAENSE DE CLIMATOLOGIA, 5.- REUNIÃO DA COC-UGI. Curitiba (PR): ABClima, pp. 24-37, 2014.

_____. Qualidade do ar e clima urbano: material particulado inalável presente na atmosfera urbana da cidade de Dourados (MS)/Brasil e seus possíveis desdobramentos na saúde humana. In: SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO, 9.; SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 5. UMDGEO – Departamento de Geografia. Guimarães – Portugal, 2016a. pp. 979-992.

_____. A produção do espaço urbano e a qualidade do ar da cidade de Dourados (MS). **Revista de Geografia**, Recife, v. 33, n. 4, pp. 158-187, 2016b.

SILVA, C. A. **A variabilidade das chuvas na bacia do rio Corumbataí e implicações no consumo e na qualidade das águas do município de Rio Claro (SP)**. 2001. Dissertação (Mestrado em…). IGCE, UNESP, Rio Claro, 2001.

_____.Technique de recherche sur le climat urbain axee sur le sous-systeme physico-chimique. In**: Environnement et géomatique:** approches comparées France-Brésil, 2014, Rennes. França: USP/Université Rennes2, 2014. pp. 379-386.

SORRE, M. Le Climat. In: SORRE, M. **Les Fondements de la Géographie Humaine.**Paris: Armand Colin, 1951. Chap. 5, pp. 13-43.

TROPPMAIR, H.**Metodologias simples para pesquisar o meio ambiente**. Rio Claro, Graff Set, 1988. 232p.

ZAVATINI, J. A. Dinâmica climática no Mato Grosso do Sul. **Geografia**, Rio Claro, v. 17, n. 2, pp. 65-91, out. 1992.

_____.**As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul:** estudos geográficos com vista à regionalização climática. São Paulo: Cultura Acadêmica/ EdUNESP, 2009.

_____.; SANT'ANNA NETO, J. L. **Variabilidade e Mudanças Climáticas**. EdUEM – Maringá (PR), 2000.

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

ABRIGOS TERMO-HIGROMÉTRICOS DE POLICLORETO DE VINILA[1]

SHELTERS TERM-HYGROMETRIC OF VINYL POLYCHLORIDE

TERMO HIGROMÉTRICOS DE ABRIGOS DE CLORUO DE POLIVINILO

Edson Soares Fialho

Professor Doutor do Departamento de Geografia na UFV. Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima). Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFES e do Programa de Mestrado Profissional em Paisagens, Patrimônio e Cidadania da UFV;

fialho@ufv.br

Edilson Junior Celestino

Licenciado em Geografia na UFV. Ex-Bolsista CNPq-PIBIT. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Educação da UFV;

edilson.celestino@ufv.br

Resumo: Este trabalho objetiva verificar a viabilização do uso do Policloreto de Vinila (PVC) segundo modelo proposto de Machado e Jardim (2012). A instalação do mesmo ao lado da estação automática do INMET, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa, ocorreu entre os dias 22/12/2013 à 26/08/2014. As análises elaboradas no programa Microsoft Excel 2007, a partir de cálculos estatísticos como a regressão linear, a correlação de Pearson e a média. Os resultados demostram que os dados obtidos pelo mini-abrigo alternativo apresentaram o mesmo padrão da estação do INMET. Verifica-se que há uma variação na temperatura registrada durante o dia, nos horários de maior radiação, podendo esta variação chegar aos 3,0 ºC. Durante a noite variações não ultrapassa 0,5 ºC. Conclui-se que, a partir das análises dos dados de temperatura o PVC mostra-se viável para a construção dos mini-abrigos meteorológicos. Com uma confiabilidade de 93,8 %.

[1] Este trabalho faz parte da pesquisa realizada é parte do projeto: Uma avaliação da transformação de uma paisagem urbana e sua influência sobre o campo térmico: Um estudo de caso em Viçosa (MG) , financiado pelo CNPq, cujo número do processo é 441819/2014-1.

Palavras-chave: Policloreto de vinila, mini-abrigos meteorológicos,clima urbano, temperatura do ar e Viçosa (MG).

Resumen: Este estudio tiene por objeto comprobar la viabilidad de la utilización de cloruro de polivinilo (PVC) para la fabricación de un mini-abrigo meteorológico según modelo del Machado e Jardim (2012). La instalación del mismo al lado de la estación automática de INMET, ubicada en el campus de la Universidad Federal de Viçosa, se llevó a cabo entre el 22/12/2013 y el 26/08/2014. Los análisis fueron realizados en el programa Microsoft Excel 2007 a partir de cálculos estadísticos como la regresión lineal, la correlación de Pearson y la media. Los resultados demuestran que los datos obtenidos por el mini-abrigo alternativo mostraron el mismo patrón que la estación del INMET. Se observó que existe una variación en la temperatura registrada durante el día, en las horas de mayor radiación, que puede llegar a 3,0 ºC. Las variaciones durante la noche no fueron superiores a 0,5 ºC. En conclusión, a partir del análisis de los datos de temperatura, el PVCha demostrado ser viable para la construcción de mini-abrigos meteorológicos con una fiabilidad del 93,8 %.

Palabras-clave: Cloruro de polivinilo, mini-abrigos meteorológicos, clima urbano e Viçosa (MG).

Abstract: This work aims to verify the viabilization of the use of Polyvinyl chloride (PVC) to make some meteorological mini coats. For this, mini coats of PVC were set up according to Jardim (2012), followed by the installation of the Hobo-U10-003 sensor. The installation of that occurred between December 22, 2013 to August 26, 2014 close to the automatic station of INMET, located on the campus of the Federal University of Viçosa. The analyzes were elaborated in the Microsoft Excel 2007 program, from statistical calculations such as linear regression, Pearson's correlation and the average. The results show that the data obtained by the alternative mini coats presented the same pattern of the INMET station. It can be noticed that there is a variation in the temperature registered during the day, in the hours of greater radiation, and this variation can reach 3,0 ºC. During the night variations don't exceed 0,5 ºC. It is concluded that, based on the analysis of the temperature data, the PVC is practicable for the construction of the meteorological mini coats, wit h a reliability of 93,8 %.

Keywords: Polyvinyl chloride, meteorological mini coats, urban climate, air temperature and Viçosa (MG).

INTRODUÇÃO

> "...Vivemos, assim, em um momento perigoso e em um mundo ameaçador e repleto de incertezas, antigas e novas. Antigas porque não conseguimos responder aquelas que perseguem a humanidade desde sempre, como os rumos da vida e a morte, que no dizer popular, é a certeza na incerteza...". (HIDALGO, L. N., 2016, p. 3)

A Geografia é uma ciência que tem como um de seus objetivos, compreender a relação entre o ser humano e o meio. A partir do desenvolvimento industrial tal relação tornou-se mais complexa em função da pressão que a sociedade exerce sobre o ambiente. Nesse contexto, a climatologia geográfica conquista maior visibilidade, na medida em que as ações humanas começam a interferir na dinâmica climática, tanto no cenário global, quanto local. Porém, os estudos climáticos em escala microclimática enfrentam muitos obstáculos, principalmente, em função dos custos dos equipamentos de mensuração de parâmetros climáticos, que requerem uma rede de observação, decorrente da complexa malha urbana e do sítio urbano.[22] Tal necessidade onera a pesquisa e dificulta a realização de estudos tão necessários para os processos de tomada de decisão de políticas públicas voltadas para a gestão territorial.

Nas últimas duas décadas, têm ocorrido um esforço de pesquisadores para minimizar os valores monetários dos equipamentos meteorológicos digitais e analógicos, propiciando melhores condições para o desenvolvimento de trabalhos climatológicos. Desse modo, o presente trabalho visa analisar a confiabilidade de um mini-abrigo meteorológico feito de Policloreto de Vinila (PVC), desenvolvido por Jardim (2014) e aplicado em estudos realizados, no município de Viçosa (FERNANDES, 2015; FIALHO et. al., 2015; FIALHO, 2015; QUINA, 2015; FERREIRA; FIALHO, 2016) e na região da Zona da Mata Mineira (FIALHO; PAULO, 2014 e PAULO; ALVES, 2015).

Estudos como estes são importantes, pois de certo modo viabilizam outras pesquisas caso o resultado encontrado seja satisfatório. De um lado estes equipamentos confeccionados nos laboratórios tem um custo menor do que aqueles disponíveis no mercado e de outro, possibilita aos alunos dos cursos de graduação o contato mais próximo com o processo de investigação científica.

A partir da comparação desses dados utilizando-se de métodos estatísticos chegar-se-á a conclusão se os dados coletados pelo mini-abrigo meteorológico são ou não confiáveis em relação ao dado de uma estação meteorológica padrão.

Outro fato que neste trabalho se preocupou foi o tempo de observação comparativa entre o sensor instalado no mini-abrigo ao lado da Estação Meteorológica Automática (EMA), perdurou nove meses (de dezembro de 2013 a agosto de 2014), diferente de outros trabalhos, que utilizaram tempos menores de um dia a 1 semana, não mais do que isto, e quase sempre buscando o fazer em condições de tempo estável.

Entretanto, um ponto de observação fixo ficará exposto a diversos tipos de tempo em estações do ano. Então surge uma pergunta. Será que as leituras comparativas realizadas em estações sazonais diferentes irão apresentar um grau de confiança diferente? E se assim o for? Qual seria a melhor opção? Uma equação de correção para o período anual ou de acordo com a estação do ano?

[2] O sítio urbano é o local onde se assenta a cidade, ou melhor, é a localização exata do espaço construído em suas relações com a topografia local (DOLFUS, 1991, p. 84-85).

MINI-ABRIGOS ALTERNATIVOS: UMA PEQUENA REVISÃO

A ciência geográfica pressupõe o trabalho de campo, visto que, tal ciência estuda a relação por vezes conflituosa entre natureza e sociedade. Para a climatologia geográfica tal ferramenta é imprescindível, pois a aquisição dos dados dos elementos que fazem parte da atmosfera não pode ser obtida dentro de laboratório.

De certo modo, a saída a campo para a realização de pesquisa, por ser fatigante, acaba por não ser a preferida por muitos pesquisadores. Em se tratando da climatologia, a realização de um trabalho de campo, visa a obtenção de dados climáticos primários, como umidade relativa do ar, precipitação e temperatura do ar, por exemplo, dados estes que apenas podem ser obtidos através do uso de aparelhagem específica para tal fim, os quais ficam dispostos nos chamados mini-abrigos meteorológicos.

Azevedo e Funari (2001) citam que no caso do clima urbano a problemática é ainda maior, uma vez que, neste ambiente, em função das rugosidades geradas pela cobertura e uso da superfície que somando às edificações e ações antrópicas, é gerado um complexo climatológico único que, aumenta a responsabilidade de escolha dos pontos amostrais.

Segundo Castelhano e Roseghini (2011) nas cidades, além da complexidade deve-se pensar a questão da segurança, variável importante no que se refere às escolhas de tais locais, pois os aparelhos meteorológicos possuem um valor elevado, e não podem ser deixados sem supervisão.

A partir de tais preocupações, surgiram alguns estudos buscando minimizar os problemas referentes à obtenção de dados, tanto no sentido de dinamizar os pontos de coleta, quanto no intuito de diminuir o custo destes equipamentos. Podem-se destacar a os estudos de Valin Jr. (2016a), Amorim et al. (2014), Castelhano e Roseghini (2011).

Esses trabalhos visam à produção de mini-abrigo meteorológico, equipamento utilizado em geral para alocação de sensores que coletam dados de temperatura e umidade relativa do ar, propiciando um melhor estudo dos parâmetros climático nas cidades, assim como em outras localizadas.

Busca-se com a construção desses equipamentos, facilitar as pesquisas em clima urbano, em função da necessidade de obtenção de dados em localidades que não apresentam pontos oficiais de coleta de dados, como as estações meteorológicas oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De acordo com Valin Jr. et al. (2016b, p. 75) estes equipamentos possibilitam também a padronização dos instrumentos de coletas, e os abrigos utilizados são fundamentais para a qualidade dos estudos microclimáticos.

Diante do exposto, o interesse de pesquisadores em estudar o clima urbano tem aumentado, não apenas em relação aos grandes centros como também em cidades médias, auxiliando na construção de planos diretores e demais projetos que visam evitar que o problema chegue a um estágio onde a solução torne-se quase que improvável.

Todavia, pesquisas atuais revelam a dificuldade no estabelecimento de parâmetros para o conforto térmico em espaços abertos, devido às oscilações das variáveis climáticas e a

variabilidade na composição dos espaços, bem como na utilização de equipamentos de mensuração de parâmetros climáticos, muitas vezes inviáveis de serem mobilizados em meio urbanos e rurais, além da questão de logística e segurança do equipamento.

Na busca de mitigar os impactos dessas dificuldades alguns autores como Amorim et al. (2014), Castelhano e Rosenghine (2011), Valin Jr. et al. (2016a), tem buscado construir mini-abrigos meteorológicos alternativos e neles instalar equipamentos de medição de temperatura do ar e umidade relativa do ar favorecendo as pesquisas relacionadas ao estudo do clima urbano.

Tais estudos consistem em comparar os dados coletados através da utilização desses mini-abrigos e compará-los com os dados oficiais das estações automáticas das áreas de estudo. A partir da comparação entre os dados oficiais e os coletados pelo estudo pode-se chegar à conclusão se os mini-abrigos são viáveis em função da qualidade dos dados que apresentam.

Em princípio, a construção desses possibilita instalar locais de monitoramento em diferentes partes das cidades, com tipos diferentes de morfologia, suprindo a deficiência de algumas localidades por não terem um ponto oficial de coleta de parâmetros climáticos. Ao instalar esses equipamentos é possível registrar informações em locais onde as estações automáticas oficiais não têm alcance, dinamizando as pesquisas de campo em climatologia.

Desse modo, muitas pesquisas têm sido realizadas a partir dessa vertente têm propiciado à climatologia um destaque entre os temas de pesquisa no cenário atual, diante da relevância do tema em função do crescimento das cidades.

Nesse sentido, o presente trabalho visa avaliar o grau de confiabilidade dos dados gerados, no Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima), lotado no Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa (DGE-UFV), a partir de mini-abrigos alternativos proposto por Machado e Jardim (2014).

MATERIAL E MÉTODO

A metodologia deste trabalho consiste aferição dos dados de temperatura do ar coletadas pelo termo-higrômetro da marca Hobo modelo U10-003,instalados no interior do mini -abrigo meteorológico de PVC e sua posterior comparação com os dados de temperatura do ar da EMA do INMET, localizada no campus da Universidade Federal de Viçosa.

O mini-abrigo meteorológico utilizado para a alocação do equipamento havia sido construído pelos bolsistas do Bioclima da Universidade Federal de Viçosa, no ano de 2012,baseado no modelo proposto por Machado e Jardim (2014), conforme pode ser visualizado no desenho esquemático desenvolvido pelos autores (Figura 1).

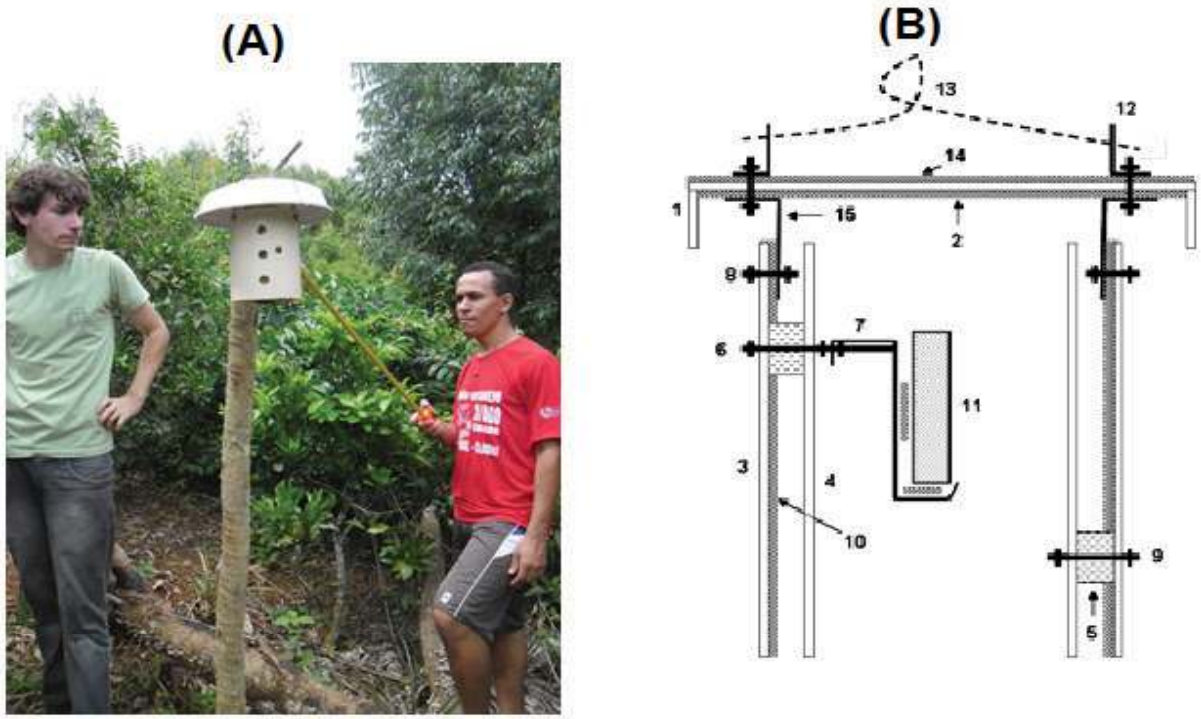
Em relação ao material a ser utilizado optou-se pelo Policloreto de Vinila (PVC)[3], pois conforme os autores Azevedo; Tarifa (2001) e Amorim et al. (2015), o PVC não sofre tanta

3 O PVC e constituído em sua essência por 57,0 % de cloro, derivado do cloreto de sódio, e 43,0 % de eteno, como uma densidade baixa – cerca de 1,4 g/cm³ – alta resistência a fungos, bactérias e roedores e ainda um bom nível de isolamento, tanto elétrico quanto térmico (PVC, 2016).

influência da umidade como ocorre, por exemplo, com a madeira, além de ser encontrado na cor branca, fato que proporciona melhor reflexão da energia solar, como advertido por Castelhano e Roseghini (2001).

Entretanto, isso não quer dizer que outros materiais não possam ser utilizados, muito pelo contrário, existem várias pesquisas que utilizam diversos tipos de materiais, como madeira (VALIN JR, 2016a e LOPES et. al, 2014), chapa de ferro galvanizado (ARMANI e GALVANI, 2006; HOPE et. al., 2015 e SERAFINI JR. eALVES, 2014) e aço inox (AMORIM et. al, 2014) e novas formas de mini-abrigos meteorológicos(HIRASHIMA; ASSIS, 2011; SOUSA et. al., 2015).

Figura 1 – Vista do mini-abrigos meteorológico em campo **(A).** E o perfil esquemático do abrigo (direita): 1. Teto; 2. Lâmina de isopor; 3. Tubo PVC (parede externa); 4. Tubo PVC (parede interna); 5. Calço de madeira para manter afastamento e fixar as paredes externa e interna; 6. Parafuso unindo os dois abrigos e o suporte do sensor; 7. Suporte do registrador; 8. Parafuso da haste que prende o abrigo ao teto; 9. Parafuso de união dos dois abrigos (parede externa e interna); 10. Lâmina de EVA; 11. Registrador; 12. Alça externa; 13. Arame; 14. Lâmina de EVA superposta ao isopor; 15. Haste de metal unindo teto e corpo do abrigo **(B)**



Fonte: Edson Soares Fialho, 2016.

Para a construção do abrigo proposto por Machado e Jardim (2014) utilizou-se além do PVC, uma chapa de aço que serve de suporte para o Hobo, um prato de flor tamanho n.º 7, utilizado para proteger o equipamento da radiação solar e da umidade, folha de isopor de 10 mm utilizadas como isolante térmico, um cano PVC de 15 cm

de diâmetro e outro de 10 cm, ambos com o comprimento de 20 cm com perfurações com raio 2 cm para facilitar a circulação do ar, sem que no entanto o equipamento fique exposto direto ao vento. Por fim foram também utilizados arruelas e parafusos para fixar as partes(Figura 2).

Após a construção o equipamento, o mesmo foi levado a campo e instalado na EMA-INMET, no campus da Universidade Federal de Viçosa, a fim de proporcionar as mesmas condições de ambiente do equipamento oficial para o equipamento teste. Assim como prevê a Organização Meteorológica Mundial o equipamento foi instalado a 1,5 m do solo, a fim de evitar o recebimento direto das ondas longas emitidas pela radiação liberada pela superfície.

Figura 2 – Peças e ferramentas utilizadas na montagem do abrigo meteorológico



Fonte: Elaborado pelos autores (2016)
Fotografia: Robson Rodrigues Quina e Edilson Junior Celestino, 14/5/2016.

O abrigo ficou em campo no período de dezembro 2013 a agosto de 2014 abrangendo as estações de verão, outono e parte do inverno, coletando dados em diferentes condições climáticas. Devido às falhas no equipamento não se pode obter dados refrente aos meses de setembro, outubro e novembro, que correspondem à estação de primavera ficando, desse modo, a análise restrita a apenas três estações.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram tabulados, com intuito de utilizar técnicas estatísticas para propor possíveis correções. As análises foram primeiramente realizadas por períodos que compreenderam separadamente cada estação, ou seja, verão de 2013-2014, outono e inverno de 2014.

Posteriormente foi realizada uma nova análise englobando as três estações, a fim de verificar qual a melhor forma de correção dos dados. As análises pautaram-se nos cálculos estatísticos como, a regressão linear, o coeficiente de determinação, o cálculo do resíduo e o gráfico de distribuição de frequência. Utilizou-se também a técnica produção de gráficos de linhas a fim de mostrar o comportamento da temperatura nos dados da estação e do Hobo, de modo a mostrar o comportamento do parâmetro ao longo do dia. Para fazer as análises foram utilizados os programas *Microsoft Excel* e o *MiniTab*.

A regressão está relacionada ao calculo que leva à formula para o ajuste do dado que se quer corrigir, bem como o coeficiente de determinação (R^2).[43]Os gráficos de regressão linear possibilitam identificar o quanto uma variável (Y) se comporta em função da variável (X). Neste caso busca-se identificar se o comportamento apresentado pelo equipamento Hobo segue o padrão apresentado pela Estação Meteorológica Automática (EMA) do INMET.

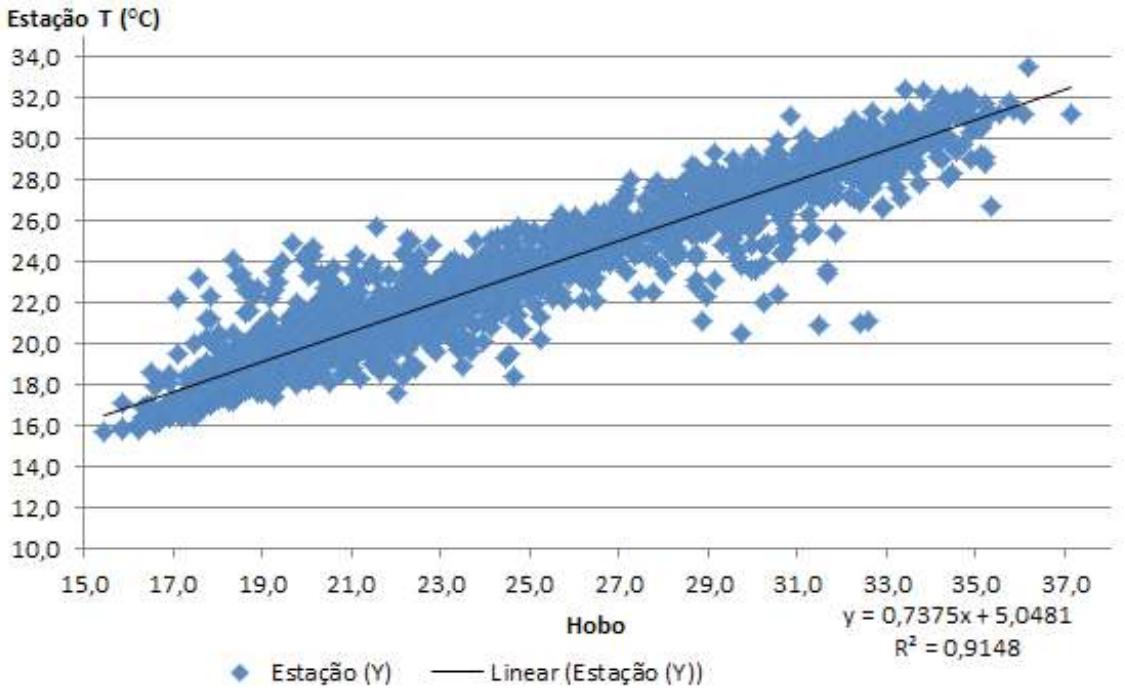
ANÁLISES DOS DADOS DE VERÃO

As Figuras 3, 4, 5 e 6 correspondem ao verão (22/12/2013 ao dia 21/03/2014). A primeira (Figura 3) diz respeito aos dados observados durante o período de análise, entre o equipamento Hobo e a Estação Meteorológica. Por sua vez, a Figura 4 representa os dados corrigidos através da equação de regressão y = 0,7375x + 5,0481.

Como pode ser observado, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9148 para o período de verão, o que significa dizer que, em 91,48 % dos casos, o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo pode ser explicado pela reta de regressão.

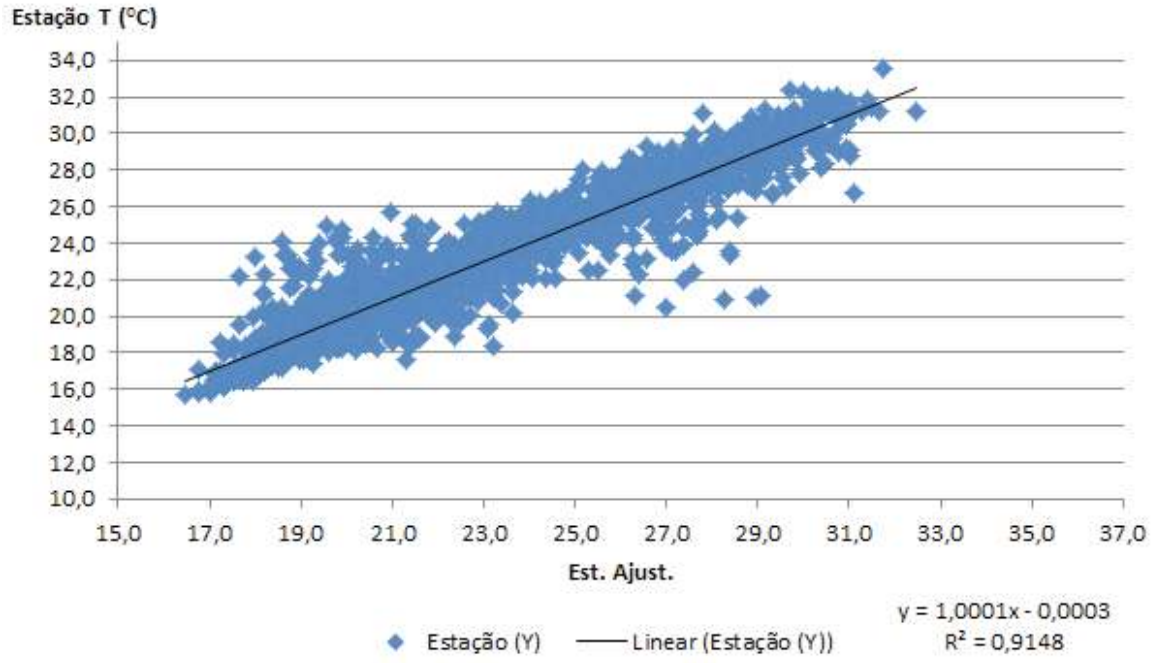
[4] O coeficiente de determinação, também chamado de R^2, é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado. O R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2, mais explicativo é modelo, melhor ele se ajusta à amostra. Por exemplo, se o R^2 de um modelo é 0,8234, isto significa que 82,34 % da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores presentes no modelo (ASSIS et al. 1996).

Figura 3 – Correlação para o período de Verão de 2013-2014 – Dado corrigido



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

Figura 4 – Correlação para o período de Verão de 2013-2014

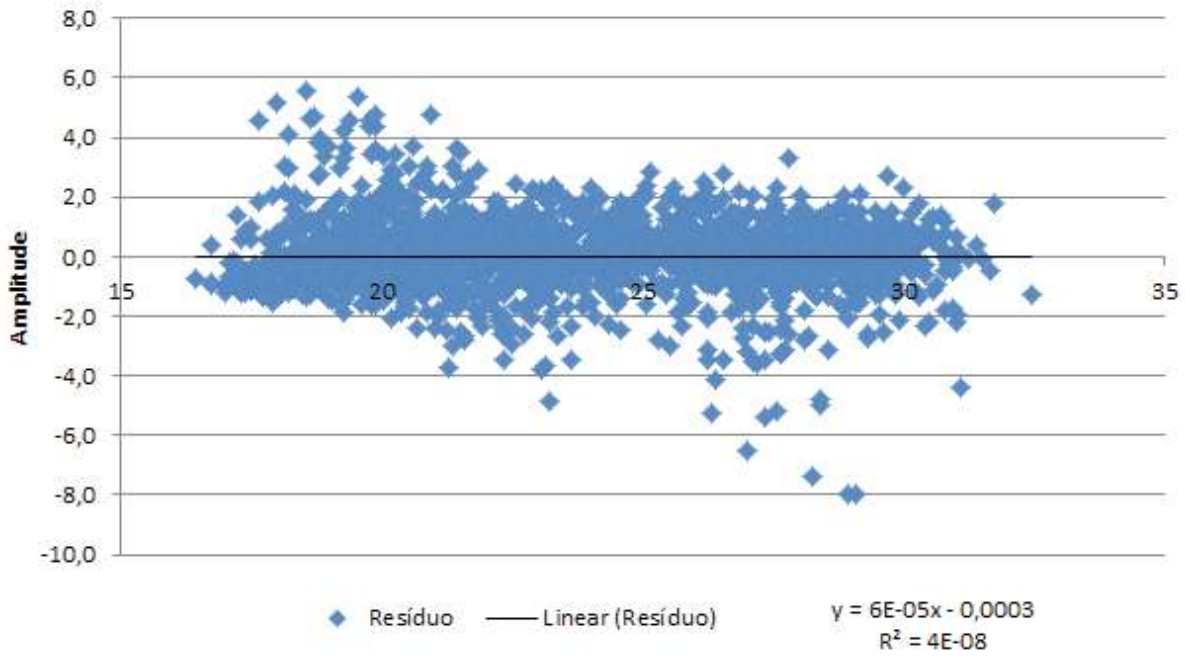


Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Este padrão pôde ser observado tanto para os dados sem correção, quanto para os dados corrigidos. Desse modo, constata-se que existe uma linearidade entre a temperatura registrada pela EMA e pelo Hobo, ou seja, o comportamento de ambas é semelhante. Há que se observar, porém, que existe uma variação no que se refere à dispersão dos pontos. Nota-se que nos dados extremos, ou seja, nas menores e maiores temperaturas os dados aproximam-se mais da reta, fato que não ocorre nas temperaturas intermediárias, onde a dispersão apresenta-se maior. A Figura 5 permite uma melhor visualização dessa variação da temperatura, pois apresenta a amplitude da variação para cada temperatura corrigida em função da EMA,ou seja, relaciona-se à correlação do dado corrido e o seu resíduo.

O resíduo é determinado pela a diferença encontrada entre o dado mensurado pela EMA e o dado corrigido pela equação de regressão. A mesma, portanto, permite inferir a variação dos dados corrigida de acordo com os registros de temperatura do ar. O eixo horizontal representa a temperatura registrada pela EMA e o eixo vertical representa a variação, ou seja, a amplitude que a temperatura corrigida alcança em cada intervalo.

Figura 5 – Correlação para o período de Verão de 2013-2014
(Dado ajustado pelo resíduo)



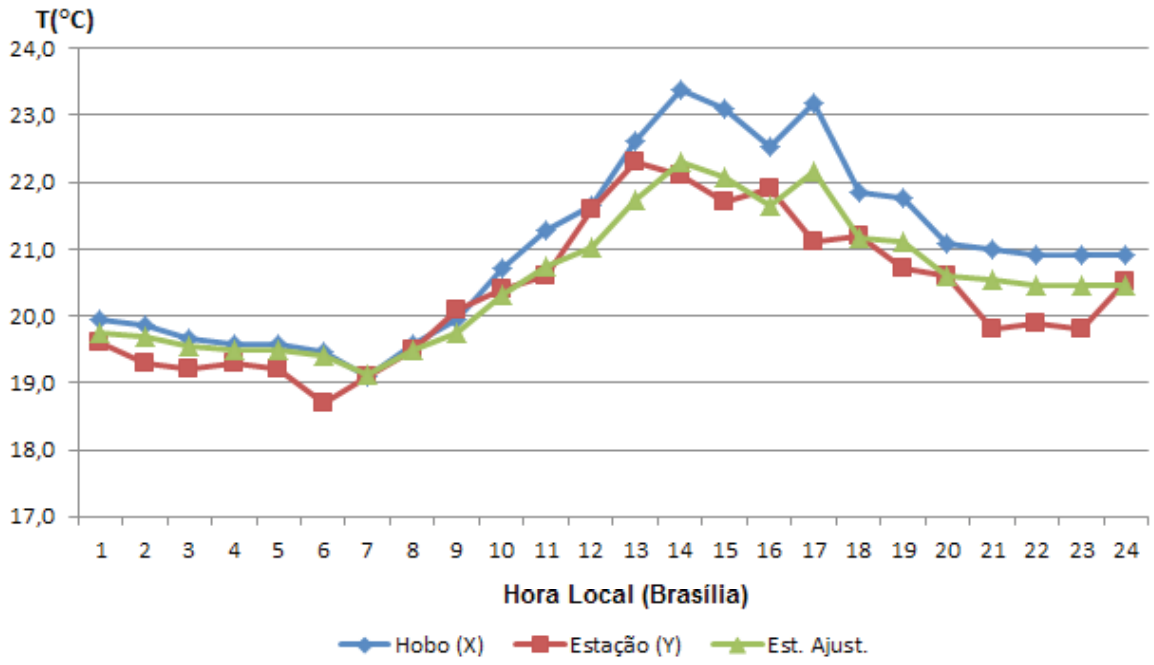
Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Em outras palavras, a amplitude está relacionada à variação entre o dado mensurado pelo Hobo corrigido e o dado da EMA. Fica nítido que nas temperaturas intermediárias é que ocorrem as maiores distorções entre a temperatura registrada da EMA e a

temperatura registrada pelo do Hobo, e correspondendo ao intervalo de 20,0 ºC a 30,0 ºC. Em alguns casos pode-se constatar que a amplitude chega a atingir a casa dos 6,0 ºC, e até mesmo 8,0 ºC, que são os casos mais extremos, tornando o dado impreciso.

Porém, verifica-se que a maior parte dos dados apresenta uma variação de até 2,0 ºC para mais ou para menos. É interessante notar que, as maiores diferenças encontradas são registradas nos horários de maior radiação, como pode ser observado na Figura 6, onde foi analisado um dia isolado do período de verão, para verificar o comportamento da temperatura ao longo do ciclo diuturno. Ao observar a mesma, constata-se que, durante o período da madrugada, onde não há radiação solar, assim como ao longo da manhã, a temperatura do ar registrada pelo abrigo sem correção, quanto a corrigida tem grande aproximação com a temperatura registra pela EMA. No entanto, à medida que há um aumento da incidência da radiação solar, bem como a emissão de radiação terrestre, os registros do abrigo passam a apresentar grandes diferenças em relação à EMA.

Figura 6 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de dez. 2013



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Apesar da discrepância que alguns registros apresentam na escala diária em relação ao dado oficial, quando se observa os dados de ambos os equipamentos em função da média do período percebe-se que há proximidade entre eles.

Neste sentido, a maior diferença é encontrada no dado sem correção, chegando a 2,0 ºC. Nota-se que após a correção quase não se encontra diferença entre os conjuntos de dados da EMA e do Hobo, ou seja, os valores se diferem apenas nas casas decimais, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Média dos equipamentos para o período de verão

Período de Verão (22/12/2013 à 21/03/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	22,8072	24,0786	22,8061

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).Elaboração: [autores] (2016)

Desse modo, verifica-se que o abrigo se mostra confiável durante o período de verão, em função dos dados registrados pelo Hobo, principalmente quando se trabalha com médias de períodos.

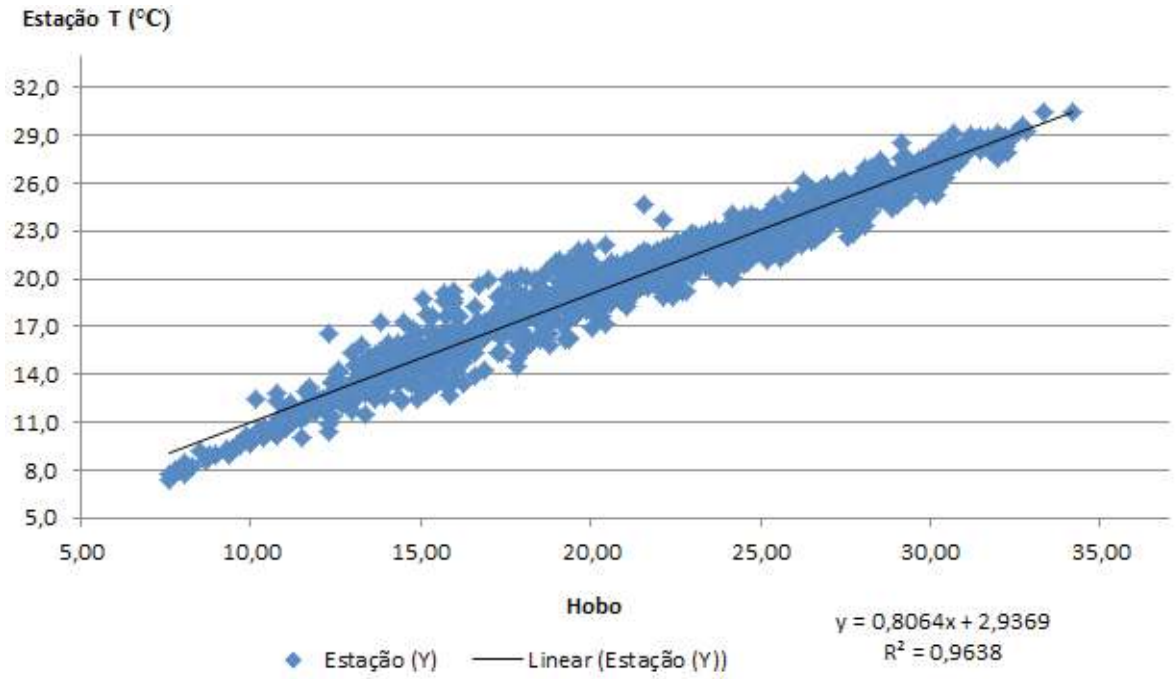
ANÁLISES DOS DADOS DE OUTONO

A Figura 7 diz respeito ao dado registrado em campo sem correção. Por sua vez, a Figura 8 representa os dados corrigidos através da Equação de regressão gerada (y = 0,8064x + 2,9369). Verifica-se que, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9638 para o período de outono, o que significa dizer que em 96,38 % dos casos, o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo pode ser explicado pela reta de regressão, tanto para o dado sem correção, quanto para o dado corrigido.

Nota-se que para o outono o coeficiente de determinação foi melhor do que no verão, o que leva a inferir que em menores temperaturas o abrigo mostra-se mais eficiente. Assim como verificado para o período de verão, no outono (período de 22/03/2014 à 21/06/2014) o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo e pela EMA segue o mesmo padrão, ou seja, existe uma linearidade (Figura 9).

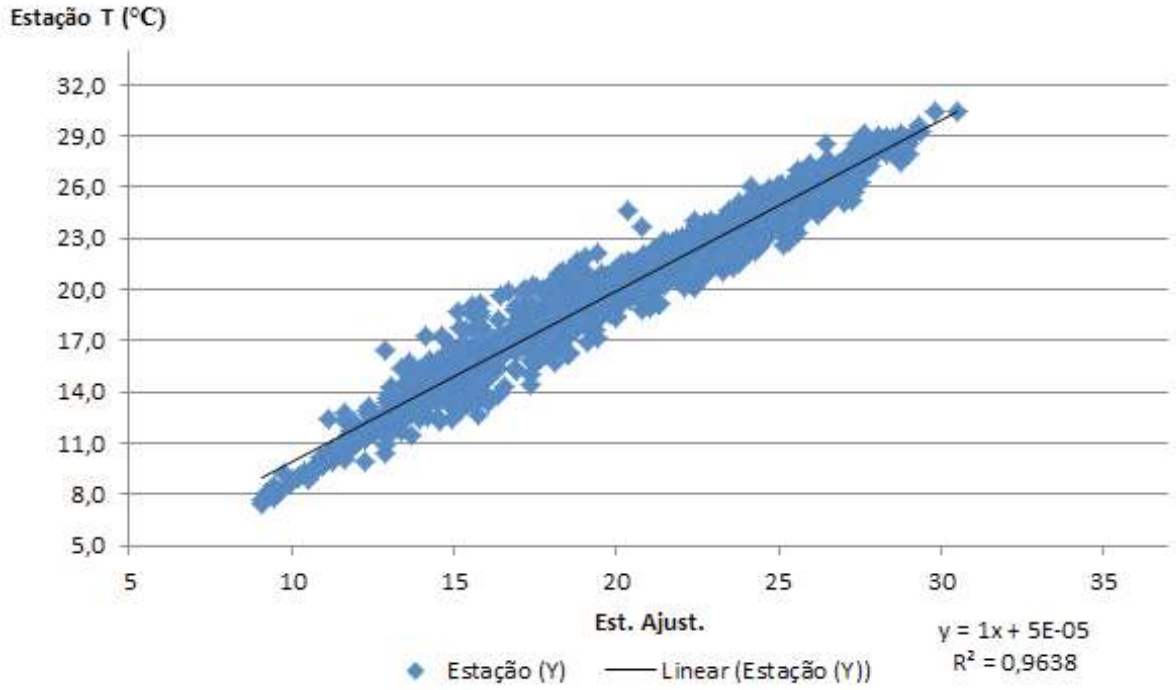
Do mesmo modo como ocorreu no verão, o período do outono apresentou dispersão entre os dados registrados pela EMA e os dados registrados pelo abrigo, porém, esta variação apresentou menor amplitude, como pode ser observado na Figura 9, mesmo apresentando menor amplitude o padrão de variação seguiu o mesmo comportamento, ou seja, foi nas temperaturas intermediárias onde houve a maior variação, abrangendo um intervalo de 12,0 ºC a 23,0 ºC, aproximadamente.

Figura 7 – Correlação para o período do outono de 2014 – Dado corrigido



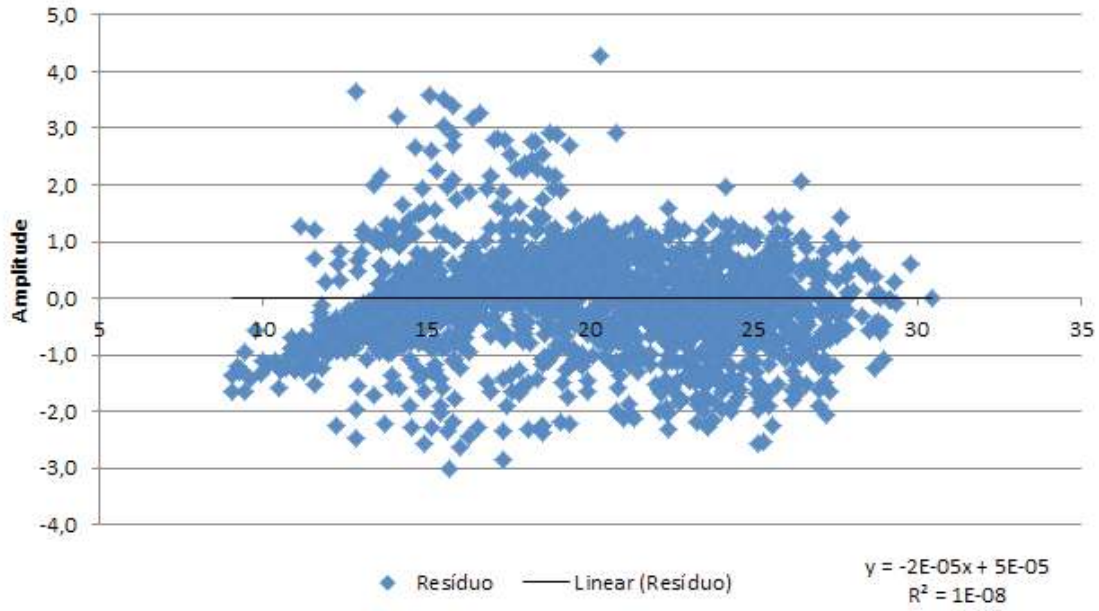
Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Figura 8 – Correlação para o período do outono de 2014 – Dado sem correção



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

Figura 9 – Correlação para o período do outono de 2014 – Dado ajustado pelo resíduo

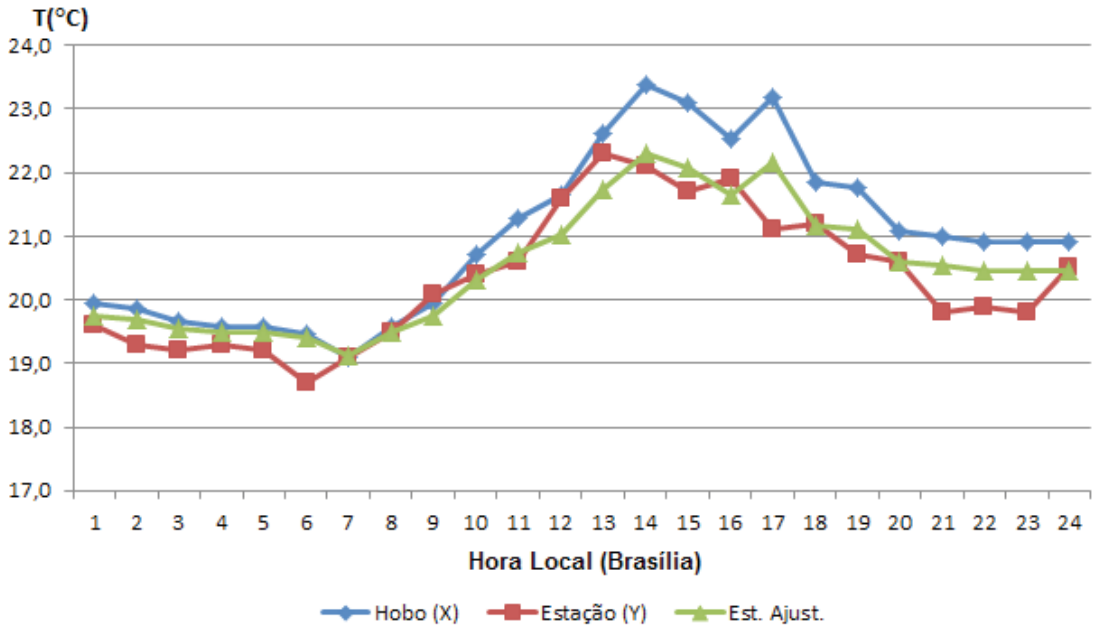


Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).

Elaboração: [autores] (2016).

Buscando apresentar a mesma forma de análise para todos os conjuntos de dados buscou-se também apresentar o comportamento da temperatura do ar em um dia de outono. Aleatoriamente foi escolhido o dia 22 de março de 2014, como apresentado pela Figura 10.

Figura 10 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de março de 2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).

Elaboração: [autores] (2016).

Verifica-se que tanto o dado registrado pelo abrigo sem correção como o dado corrigido apresentam o mesmo comportamento que o dado registrado pela EMA, principalmente no período da tarde. Assim como ocorreu no verão, o dado corrigido a partir da Equação y = 0, 8064x + 2,9369 aproximou-se mais do dado oficial da EMA na maior parte dos horários.

Porém, ao analisar as médias do período percebe-se que, tanto a média dos dados registrados pelo Hobo sem correção quanto corrigido são praticamente iguais, sendo a diferenças nas casas decimais. Percebe-se também que houve uma variação de aproximadamente 0,9 ºC entre a média do período da EMA e a média do Hobo como pode ser verificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Média dos equipamentos para o período de outono

Período de Outono (22/03/2013 à 21/06/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	20,049	19,10405282	19,10444628

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

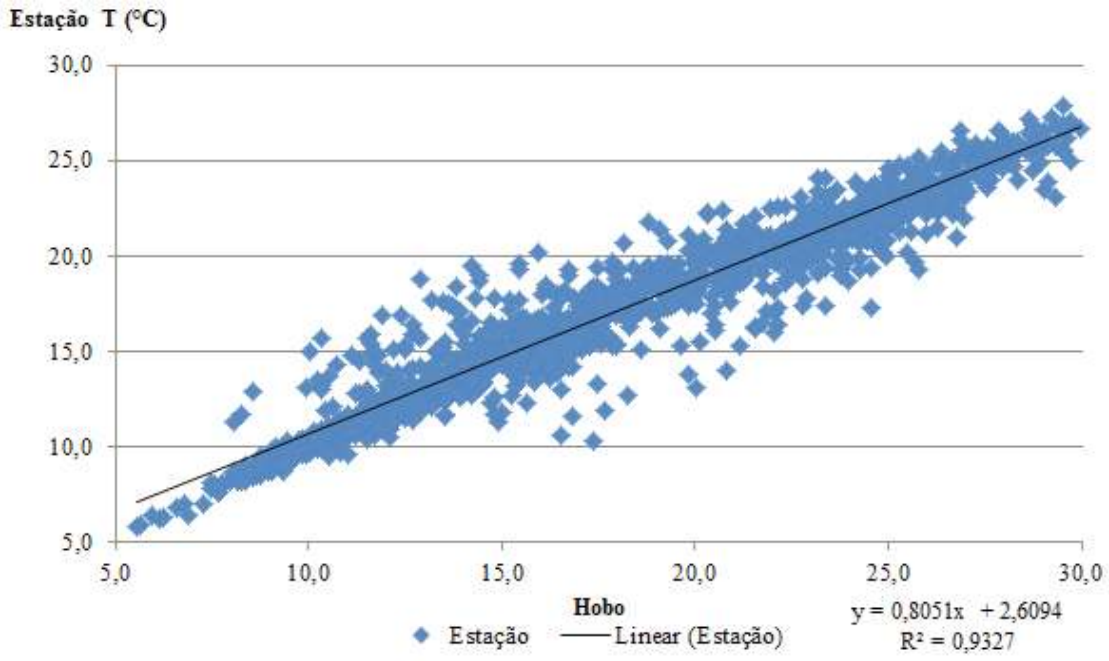
Desse modo, de acordo com os dados apresentados pelo Hobo pode-se dizer que o abrigo de PVC se mostra confiável para a coleta de dados de temperatura do ar, sendo que sua eficiência torna-se um pouco melhor, 96,38 %, a partir da correção dos dados pela fórmula acima apresentada.

ANÁLISES DOS DADOS DE INVERNO

Para as análises da estação de inverno, entre os dias 22/06/2014 e 26/08/2014, a Figura 11 demonstra o comportamento dos dados registrados, durante o período de observação, entre o equipamento Hobo e a EMA. Enquanto a Figura 12 representa os dados corrigidos através da Equação de regressão y = 0,8051x + 2,6094.

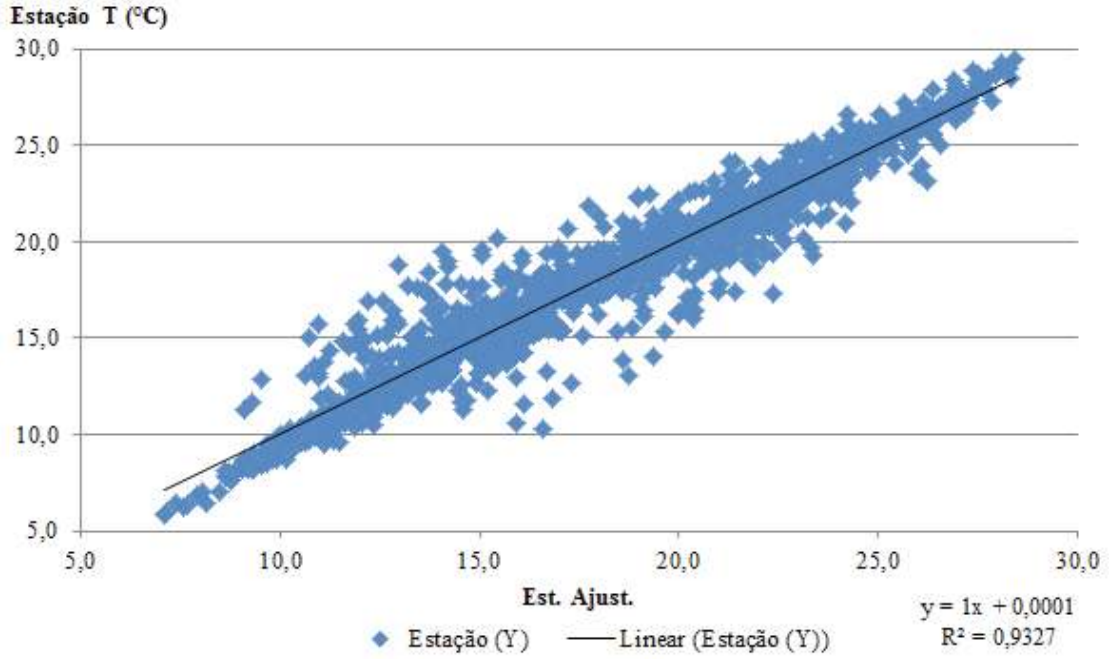
Como pode ser observado, para o período de inverno o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9327, ou seja, foi maior do que o verão, contudo é menor do que o outono, mas, também pode ser considerado bom, visto que, em 93,27 % dos casos o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo pode ser explicada pela reta de regressão, tanto para o dado sem correção, quanto para o dado corrigido.

Figura 11 – Correlação para o período de inverno de 2014 (Dado corrigido)



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016
Elaboração: [autores] (2016)

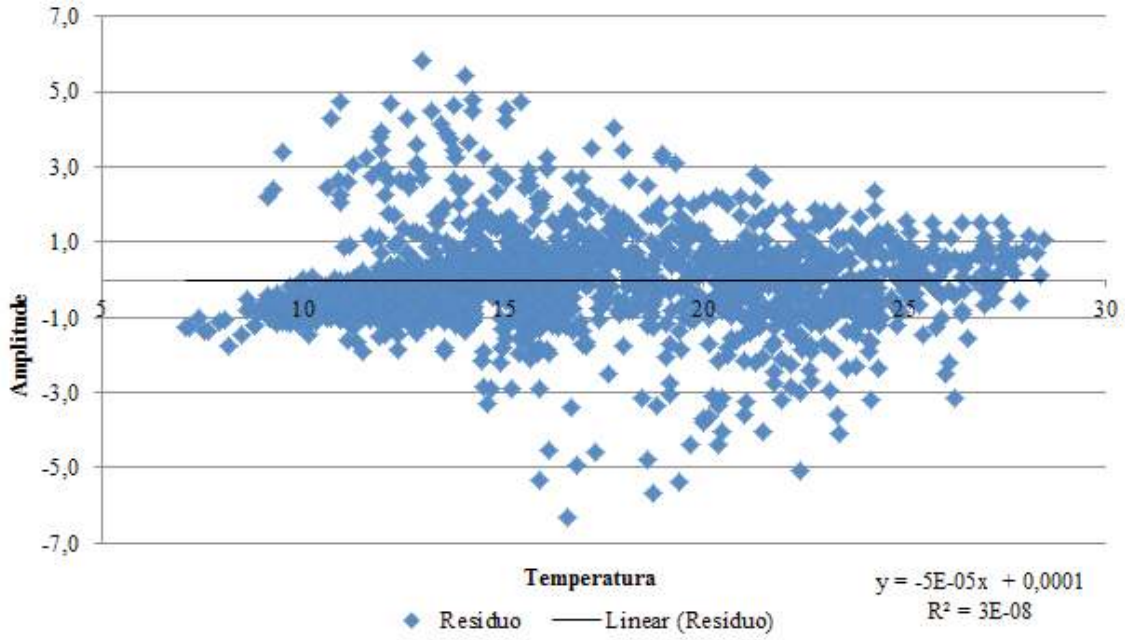
Figura 12 – Correlação para o período de inverno de 2014(Dado sem correção)



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

Assim como ocorreu nas análises das estações de verão e outono, observou-se no inverno uma dispersão da temperatura do ar. Em alguns horários a variação atingiu a casa dos 6,0 ºC, aproximadamente, como pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 – Correlação para o período do inverno de 2014
(Dado ajustado pelo resíduo)



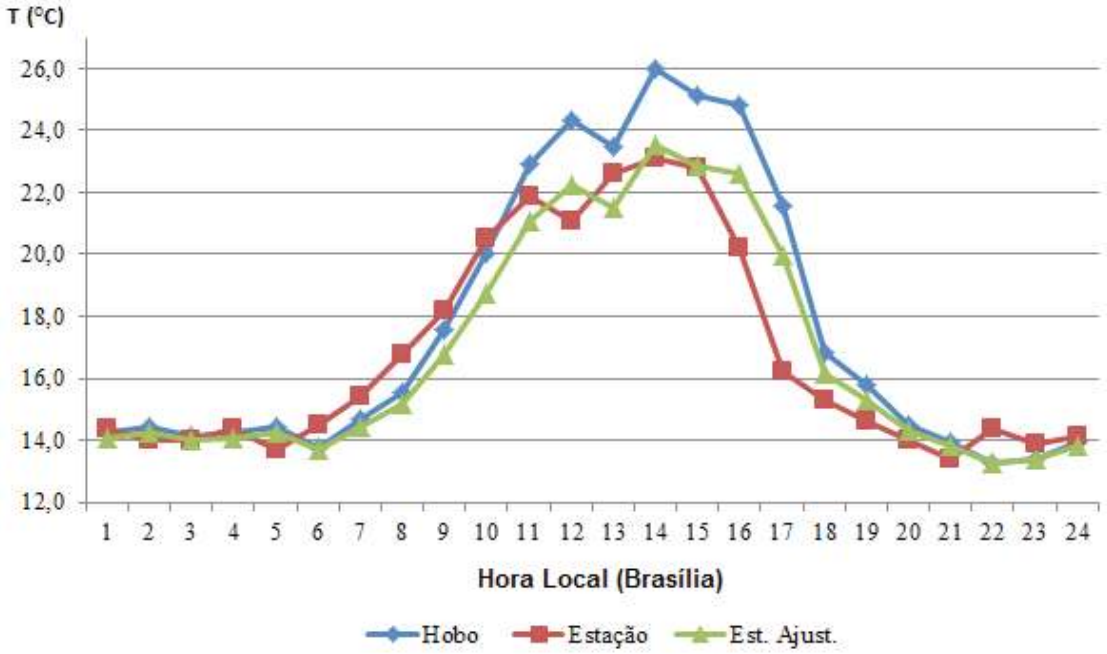
Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

Tem sido padrão para os dados registrados pelo abrigo apresentar as maiores variações nas temperaturas intermediárias, e assim também ocorreu para o período de inverno. A partir da Figura 13 vê-se que as maiores variações ocorrem entre as temperaturas de 15,0 ºC a 25,0 ºC, sendo que, nas extremidades a variação foi menor.

Assim como foi apresentado para as demais estações, a Figura 14 representa o comportamento da temperatura do ar registrada pela EMA e do abrigo. Observa-se que o comportamento da temperatura registrada pelo Hobo segue o mesmo comportamento que a temperatura registrada pela EMA tanto para o dado sem correção, quanto para o dado corrigido.

Nos horários sem a presença da radiação solar os dados apresentam grande proximidade, como pode ser verificado na Figura 14, para os horários da madrugada, por exemplo. As maiores diferenças são encontradas no período das 11 h da manhã até às 18 h.

Figura 14 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de julho de 2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

Mais uma vez, ao se analisar a média do período, no inverno, verifica-se que as médias são praticamente iguais. Constatando-se uma diferença de 0,8 ºC como pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3 – Média dos equipamentos para o período de inverno

Período de Inverno (22/06/2013 à 26/08/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	17,6301	16,80267176	16,8034

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016)

ANÁLISE ANUAL

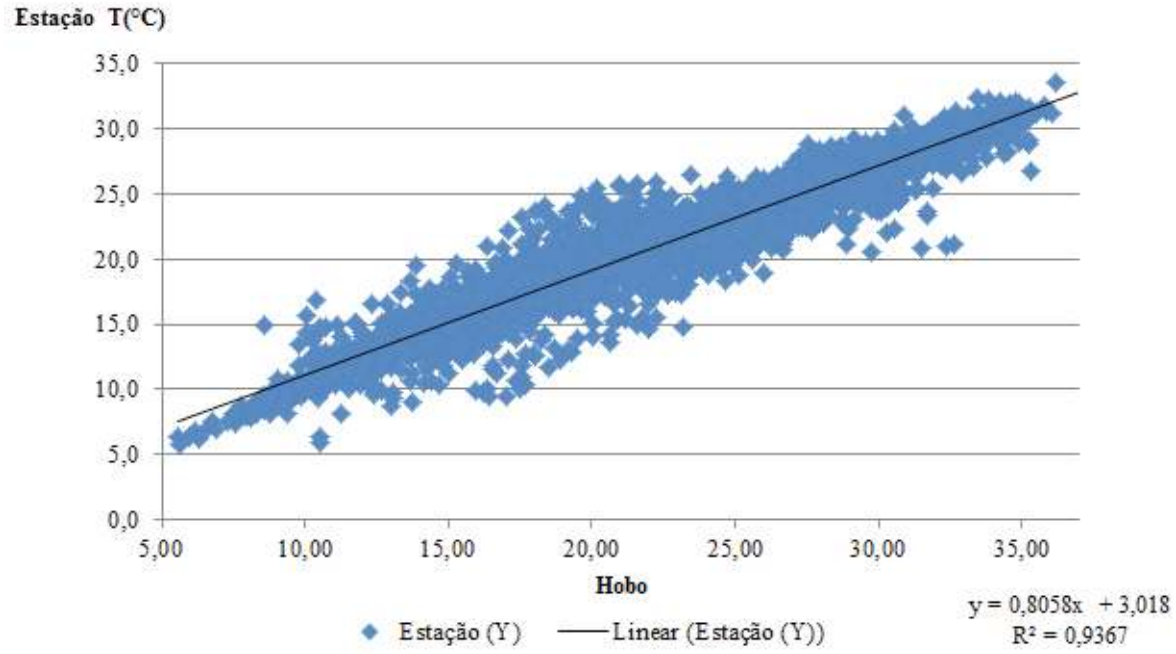
Buscando verificar qual a melhor forma de correção para o conjunto de dados aferidos pelo abrigo com o sensor Hobo, realizou-se uma análise que compreende as três estações acima descritas para o período de 22/12/2013 à 26/08/2014.

A Figura 15 refere-se à correlação entre o dado registrado pela EMA e o abrigo sem correção. Já a Figura 16 refere-se à correlação entre o dado registrado pela EMA e o abrigo corrigido.

Verifica-se que o coeficiente de determinação (R^2) foi de 0,9367 tanto para a correlação do dado da EMA com o dado do abrigo sem correção, quanto para o dado corrigido.

Considera-se que houve boa correlação, uma vez que, em 93,67 % dos casos o comportamento da temperatura do Hobo pode ser explicado pela reta de regressão. O coeficiente de determinação para o conjunto de dados anual ficou bem próximo daquele encontrado para o conjunto de dados referente ao período de inverno.

Figura 15 – Correlação do período de 22/12/2013 à 26/08/2014

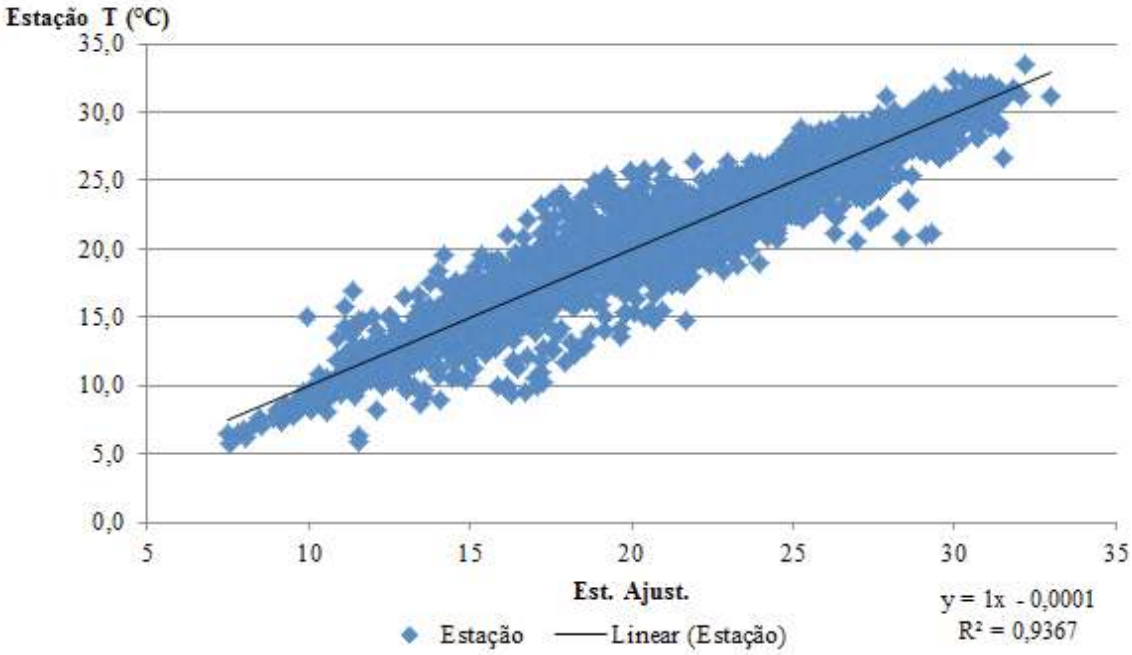


Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016).
Elaboração: [autores] (2016).

O mesmo padrão apresentado pelas estações de verão, outono e inverno foi encontrado ao se analisar o período anual no que se refere à dispersão dos dados, ou seja, as maiores variações estão compreendidas nas temperaturas intermediárias.

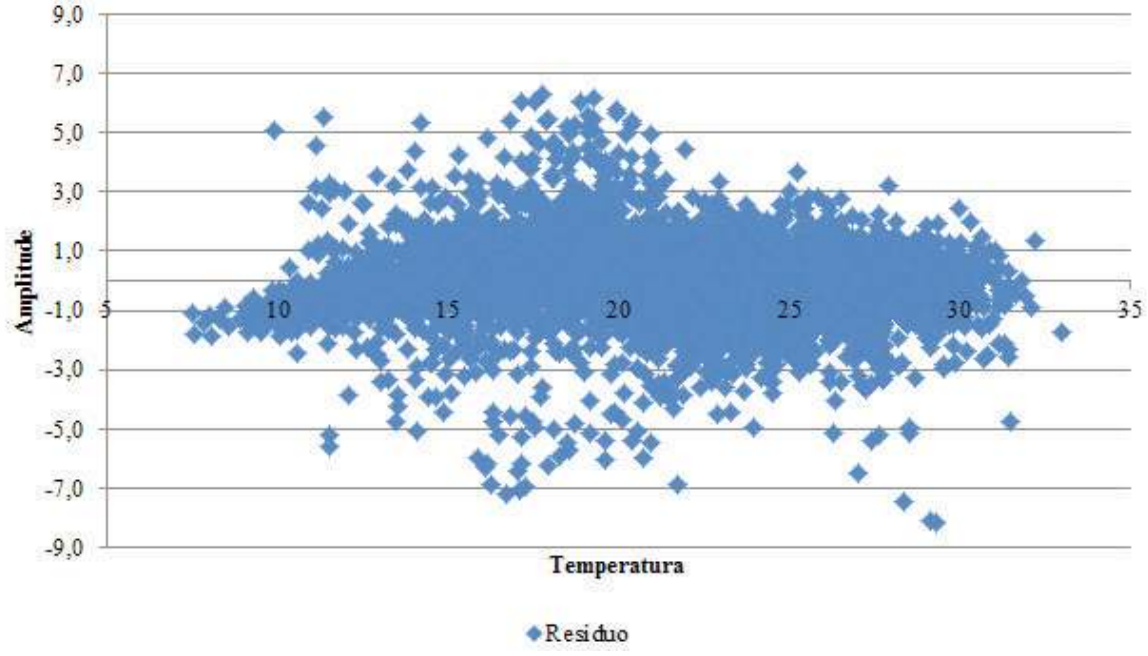
Em relação a amplitude da variação do período anual aproxima-se daquela encontrada para o período de verão, sendo estas as que apresentaram a maior variação, chegando a 9,0 ºC em determinados horários, como pode ser verificado na Figura 17.

Figura 16 – Correlação do período de 22/12/2013 à 26/08/2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

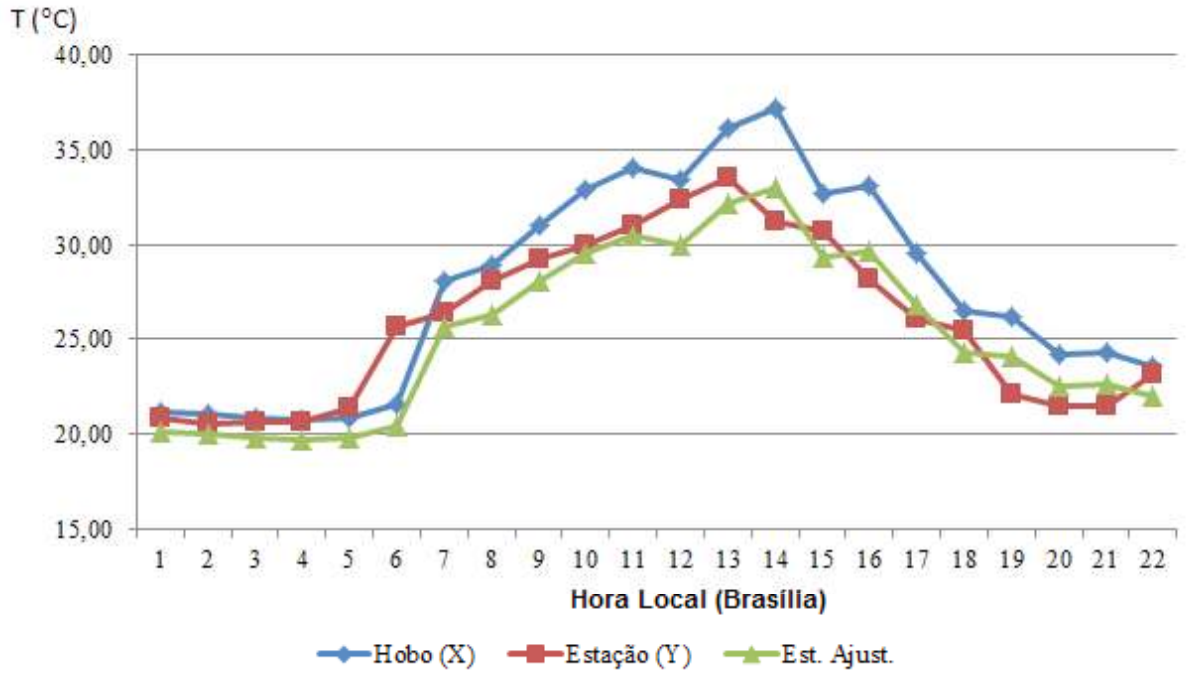
Figura 17 – Correlação do período de 22/12/2013 à 26/08/2014



Fonte: Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

A menor dispersão dos dados é encontrada para temperatura do ar extremas, padrão que se repetiu nas análises realizadas para cada estação do ano. No intuito de mostrar que o comportamento da temperatura registrada pelo abrigo segue o mesmo padrão que a temperatura registrada pela EMA ao longo do ano foi escolhido o dia 22 de junho de 2014 para análise da temperatura ao longo do dia, como pode ser verificar na Figura 18.

Figura 18 – Variação da temperatura ao longo do dia 22 de junho de 2014



Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

Verifica-se que assim como nos demais períodos de análises nos horário onde não há presença de radiação solar, os dados registrados pelo Hobo tanto os corrigidos, quanto os sem correção aproximam-se mais dos dados registrados pela EMA, sendo que, na maioria dos horários, os dados corrigidos pela Equação de regressão y = 0,8058x + 3,018 são os que mais se aproximam.

Cabe destacar também que ao se analisar a média para o conjunto de dados anual percebe-se que, há pouca diferença entre os dados sem correção e os dados corrigidos registrados pelo Hobo, sendo a diferença na casa dos números decimais, como ocorreu nas análises das estações de verão, outono e inverno, como pode ser observado na Tabela 4.

Pode-se verificar, também, que a variação entre à média do conjunto de dados da Estação Meteorológica e a média do conjunto de dados do Hobo é de aproximadamente 1,0 ºC, sendo a maior variação encontrada, no que se refere aos períodos de análise.

Tabela 4 – Média dos equipamentos para o período anual

Período Anual (22/12/2013 à 26/08/2014)			
Dados	Estação	Hobo sem correção	Hobo corrigido
Médias	20,8606	19,8282	19,8275

Fonte: Laboratório de Biogeografia e Climatologia/DGE-UFV (2016). Elaboração: [autores] (2016).

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados considera-se viável a utilização do PVC como material para a construção de abrigos meteorológicos, viabilizando as pesquisas de campo em climatologia urbana.

Nas análises realizadas para as diferentes estações do ano, ou seja, verão, outono, inverno e também para o período anual, o coeficiente de determinação (R^2) foi superior a 0,90 em todos os casos, mostrando que há boa correlação entre os dados da EMA e os dados do abrigo teste de PVC. Como pôde ser verificado, o comportamento da temperatura do ar pelo sensor corrigido ou sem correção apresentam o mesmo padrão, porém, na maior parte dos horários a temperatura do ar corrigida é a que melhor se aproxima do dado oficial.

Porém ao se analisar as médias dos períodos de verão, outono e inverno assim como a análise anual verificou-se que as médias tanto do dado sem correção, quanto do dado corrigido registrado pelo Hobo apresentam pouca diferença entre si.

Desse modo, conclui-se que é necessário fazer a correção dos dados registrados pelo sensor a partir da equação de regressão y = 0,8058x + 3,018, gerada a partir dos dados anuais, uma vez que, esta foi calculada a partir de um maior conjunto de dados, onde as temperaturas foram registradas em diferentes condições de tempo.

Conclui-se também que há necessidade de estudos futuros a fim de verificar quais são as variáveis que influenciaram para que a temperatura registrada pelo Hobo tenha grandes variações nos períodos de maior radiação solar, como identificado. Para tanto se necessita testar novos materiais na construção dos abrigos, para verificar qual apresenta as melhores condições para alocar os termo-higrômetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. R.; SERAFINI JUNIOR, S. Mini-abrigos Meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência nas medições de umidade relativa do ar. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 15., 2013, Espírito Santo **Anais...**, 2013, pp. 526-535.

ALVES, R. S.; FIALHO, E. S. SILVA, A. C. S. Uma análise comparada de parâmetros climáticos em situação de inverno (2011), ao longo do perfil Ubá-Ponte Nova, na Zona da Mata Mineira. **Revista Acta Geográfica**, Boa Vista-RR, Climatologia Geográfica, pp. 87-100, 2012. Edição Especial.

AMORIM, D. M. et al. Comparação de dados obtidos a partir de sensores de temperatura do ar e umidade relativa do ar protegidos em um abrigo meteorológico de PVC. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 2, pp. 119-124, 2015.

_____. et al. Influência do material em abrigos meteorológicos na aferição de sensores de temperatura e de umidade relativa do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA (CONBEA), 42, 2014, Campo Grande. **Anais...**, Campo Grande: 2014, 4p. Resumos.

ARMANI, G. **Análise topo e microclimática tridimensional de uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude**. Tese (Doutorado em Geografia Física) Departamento de Geografia – FFLCH – Universidade de São Paulo, 2009.

_____; GALVANI, E. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 14, n. 1, pp. 34-40, 2006.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística à climatologia**. Pelotas: Universitária UFPEL, 1996, 167p.

AZEVEDO, T. R.; FUNARI, F. L. Desempenho de registradores digitais de temperatura e umidade do ar em abrigo meteorológico padronizado: Estudo comparativo preliminar visando uso em trabalho de campo. **GEOUSP** – Espaço e Tempo, São Paulo v. 10, pp. 147-164, 2001.

_____; TARIFA, J. R. Mini-abrigo meteorológico aspirado do Laboratório de Climatologia e Biogeografia e seu uso no estudo geográfico do clima. **GEOUSP** – Espaço e Tempo, São Paulo v. 10, pp. 165-174, 2001.

CASTELHANO, F.J., ROSEGHINI, W.F.F. A utilização de policloreto de vinila (PVC) na construção de mini-abrigos meteorológicos para aplicação em campo. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 9, n. 1, pp. 48-55, 2011.

CUNHA, A. R. ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. Avaliação de um psicrômetro termopar de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria (RS), v. 9, n. 1, pp. 17-22, 2001.

DOLFUS, O. **O Espaço geográfico**.5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991, 121p.

FERNANDES, L. A. Ambientes urbanos e fatores naturais na conformação das condições climáticas no período de inverno em Viçosa. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 366-380, jul.-dez. 2015.

FERREIRA, G. R.; FIALHO, E. S. Campo térmico x fator de visão do céu: estudo da área central do município de Viçosa (MG) em episódios de outono e inverno, 2014. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 43, n.1, pp. 247-271, 2016.

FIALHO, E. S. As repercussões da expansão da mancha urbana na dinâmica climática local de Viçosa (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 301-323, jul.-dez. 2015.

_____. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte:** caso de Viçosa, na zona da Mata Mineira. 259f. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2009.

_____. PAULO, M. L. Clima e sítio: A variabilidade termo-higrométrica, ao longo do transeto Ponte Nova-Ubá, na zona da Mata Mineira/Brasil. In: _____. SILVA, C. A.; STEINKE, E. T. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados (MS): EdUFGD, 2014. pp. 107-128.

_____. et al. O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa (MG).**Revista Geografias**, Belo Horizonte, pp. 80-98, 2015. Edição Especial III SEGEO

HIDALGO, L. N. A Percepção do espaço e o espaço da percepção: o ritmo, o habitual, a incerteza e o extremo no entendimento das situações atmosféricas do cotidiano e do não cotidiano. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, pp. 1-8, 2016.Edição Especial – 40 anos de Teoria e Clima Urbano

HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S. Confecção e aferição de termômetro de globo e abrigo meteorológico para medição de variáveis climáticas em ambientes externos. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO MEIO AMBIENTE CONSTRUIDO, 11, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2011, Resumos, 10p.

HOPPE, I. L. et al. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência e Natura**, Santa Maria (RS), v. 37, pp. 132-137, 2015. Edição Especial SIC

INSTITUTO DO PVC . Disponível em: <http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo_link&co_id=78>. Acesso em: 23 out. 2016.

LANDSBERG, H. E. O Clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, pp. 95-111, 2006.

LOPES, R. M.; MARIANO, Z. F.; CABRAL, J. B. P; MARTINS, A. P. Análise da variação da temperatura na reserva particular do patrimônio natural, pousada das araras, em Serranópolis (GO): uma abordagem topoclimática. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo,v. 28, pp. 82-100, 2014.

MACHADO, F. L. V.; JARDIM, C. H. Indicadores climáticos de degradação ambiental em áreas urbanas: o aglomerado da serra em Belo Horizonte. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E.

S. STEINKE, E. T. (Orgs.). **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados (MS): EdUFGD, pp. 107-144, 2014, 392p.

PAULO, M. L.; ALVES, R. S. Variação termo-higrométrica nos meses de verão ao longo do percurso Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira. **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 381-396, jul.-dez. 2015.

QUINA, R. R. Influência de sistemas sinóticos na diferença térmica entre campo e cidade, estudo de caso de Viçosa (MG). **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, pp. 324-337, jul.-dez. 2015.

SENTELHAS, P. C. et al. Análise comparativa preliminar de dados meteorológicos obtidos por estações convencional e automática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: 1997. Resumos, p. 243.

SERAFINI JÚNIOR, S.; ALVES, R. R. Mini-abrigos meteorológicos: comparação e análise estatística para avaliação de eficiência. **GEOUSP** – Espaço e Tempo, São Paulo, v. 18, n. 1, pp. 198-210, 2014.

SOUSA, R. R.; ANTUNES, J. P. Estação meteorológica experimental de baixo custo. **RevistaGEO UERJ**, Rio de Janeiro, n. 27, pp. 80-97, 2015.

VALIN JR,. M. O. et al. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento de variáveis termo-higrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 18, pp. 157-179, 2016a.

_____. Utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 17, n. 57, pp. 74-91, 2016b.

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

PROPOSTA DIDÁTICA COM ANIMAÇÃO DE CARTAS SINÓTICAS DE SUPERFÍCIE

DIDACTIC PROPOSAL WITH ANIMATION OF SURFACE SYNOPTICS CHARTS

PROPUESTA DIDÁCTICA CON ANIMACIÓN DE CARTAS SINÓPTICAS DE SUPERFICIE

Ercilia Torres Steinke
Departamento de Geografia, Universidade de Brasília;
erciliaunb@gmail.com

Valdir Adilson Steinke
Departamento de Geografia, Universidade de Brasília;
valdirsteinke@gmail.com

Luis Alberto Martins Palhares de Melo
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia;
palhares65@gmail.com

Resumo: A animação pode se traduzir num importante recurso didático para o ensino dos sistemas meteorológicos atuantes em um território. Neste artigo, além de descrever a elaboração de um software de animação de cartas sinóticas de superfície, apresenta-se uma proposta didática utilizando-se essa ferramenta. Observou-se que a prática interferiu de forma positiva no aprendizado, funcionando como um recurso facilitador na compreensão do ritmo da sucessão anual dos estados atmosféricos.

Palavras-chave: Ensino, Climatologia, Cartas Sinóticas

Abstract: The animation can be translated into an important didactic resource for the teaching of meteorological systems operating in a territory. In this article, besides describing the elaboration of an animation software of surface synoptic charts, a didactic proposal is presented using this tool. It was observed that the practice interfered positively in learning, functioning as a resource that facilitate the understanding of rhythm of the annual succession of atmospheric states.

Keywords: Teaching, Climatology, Synoptic Charts.

Resumem: La animación se puede traducir en un importante recurso para la enseñanza de los sistemas meteorológicos que operan en un territorio. En este artículo, además de describir el desarrollo de un software de animación de cartas sinópticas de superficie, se presenta una propuesta didáctica utilizando esta herramienta. Se observó que la práctica interfirió positivamente en el aprendizaje, y sirvió como un recurso facilitador en la comprensión del ritmo de la sucesión anual de estados atmosféricos.

Palabras-clave: Enseñanza, Climatología, Carta Sinóptica

INTRODUÇÃO

Ensinar temas de Climatologia no escopo da Geografia, seja no Ensino Básico, seja no Ensino Superior, não constitui uma tarefa simples. Em primeiro lugar, porque trata-se de um conteúdo complexo, abstrato e permeado de conteúdos, ainda que básicos, de Física que, muitas vezes, os professores de Geografia não dominam (SANTOS e ROCHA, 2014). Pesquisas, tais como a de Steinke e Carvalho (2013) e Taveira e Steinke (2014) apontam para o fato de que, entre os temas de maior dificuldade para ensinar, juntamente com a Cartografia, encontram-se os da Geografia Física, incluindo aí a Climatologia. Steinke e Carvalho (2014) observaram que isso ocorre, entre outros fatores, em função do processo de formação universitária dos professores, que pode estar apresentando lacunas, em especial, nas temáticas consideradas das áreas técnica e física da Geografia. Essa constatação corrobora com o que Oliveira (2010) concluiu em sua pesquisa com professores da rede pública de Goiânia. A maioria dos professores entrevistados atribuiu a dificuldade de ensinar determinados assuntos da Geografia Física ao seu processo formativo na graduação.

A falta de preparo dos professores reflete no interesse dos alunos pela disciplina, em sala de aula. Várias pesquisas já mostraram que a disciplina de Geografia, de forma geral, constitui um fardo para os alunos, pois os mesmos não são motivados a explorar os conteúdos de forma diferenciada, a não ser por meio da memorização. Silva (2011), por exemplo, realizou uma pesquisa onde propôs uma estratégia didática com a utilização de jogos, animações e simuladores computadorizados para ministrar aulas de Geografia, para alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. Constatou que os alunos não se interessavam pelos conteúdos de Geografia por considerarem a disciplina muito enfadonha. Em conversa com os mesmos, a autora observou:

> […] eles tinham antipatia pela disciplina, definindo-a como desnecessária, chata, decoreba devido ser considerada enciclopédica a partir dessa observação resoluto que não devemos explicar apenas o que está escrito no livro e pronto, mas tentar mostrar pros alunos a importância da Geografia pro seu cotidiano, e apontar o quanto é interessante e divertido estudá-la. (SILVA, 2011, p. 5)

Já Brito e Ferreira (2012), tratando especificamente dos conteúdos de Climatologia escolar, afirmam que, justamente por ser um ensino tradicionalmente conteudista, que privilegia a memorização, com pouca, e às vezes, nenhuma articulação com a realidade vivida pelos estudantes, esses pouco se interessam em desvendar o porquê dos

fenômenos que estudam na Climatologia. Quando se trata de atividades de fixação do conteúdo, aos alunos são oferecidas tarefas que estimulam muito mais a memorização do que outra capacidade cognitiva.

Acredita-se que, quando se aprende algo sem saber por que se está aprendendo, tanto na escola, quanto na universidade, costuma-se atribuir esse porquê ao fato de ser a disciplina uma obrigação acadêmica, o que se torna, muitas vezes, apenas algo mais para ser memorizado momentaneamente e depois esquecido. Contudo, quando aquilo que se aprende é articulado com a realidade, com os fatos do cotidiano do aluno, o interesse no assunto cresce e, conforme bem ressalta Costella (2007, p. 50), ao substituir esquemas já construídos por reflexões e novas construções de conceitos nós somos incentivados a desenvolver um pensamento autônomo que desperta o desafio e a satisfação do saber que vem da construção.

Steinke (2012, p. 13) concorda com essa afirmação e a respeito dos conteúdos de Climatologia faz a seguinte consideração:

> Imagine, por exemplo, o modelo esquemático da circulação geral da atmosfera, assunto que demanda bastante abstração por parte de um estudante. Decorar nome, posição dos centros de pressão atmosférica, células de circulação e ventos planetários pode não ser tão difícil, mas certamente, algum tempo depois não nos lembraremos mais desses nomes. Ao contrário, se compreendermos a gênese e as características da circulação geral e a sua relação com a diferenciação das paisagens no planeta Terra, o que é concreto e faz parte da realidade, a probabilidade de não nos esquecermos do esquema é maior (STEINKE, 2012, p. 13).

Corroborando com as assertivas anteriores, Fialho (2013) retoma antigas preocupações com relação ao ensino da Climatologia. Relata que tem observado que os alunos recém ingressados no curso de graduação em Geografia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), quando cursam a disciplina de Climatologia, apresentam uma defasagem de aprendizagem, não conseguem acompanhar o ritmo da aula e possuem dificuldade de compreensão de leituras obrigatórias. Segundo o autor, esses fatos podem estar atribuídos ao que os alunos aprenderam, ou deixaram de aprender, no ensino básico. Dessa forma, o autor insiste na seguinte pergunta: o ensino do clima hoje é interessante para o aluno? Possivelmente a resposta ainda seja não, tanto no ensino básico, quanto no superior. Enquanto o ensino não deixar de ser enciclopédico e desarticulado, a resposta continuará sendo não.

Brito e Ferreira (2012) concordam que a abordagem dos conteúdos de Climatologia no Ensino Básico e porque não, no superior, ainda se mostra muito tradicional. Os professores tratam os elementos climáticos de forma estática e aplicam exemplos distantes da realidade dos alunos. Estão perdendo a oportunidade de mostrar para os seus alunos que a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá em um território, transformado e produzido pelo homem, de maneira desigual e apropriado segundo os interesses de agentes sociais – atribuição da análise geográfica do clima, o que se conhece por Climatologia Geográfica.

Em pesquisa realizada sobre as noções de Climatologia na construção do conhecimento da Ciência Geográfica, no ensino Médio, Silva e Silva (2014) apontam:

> O ensino da Climatologia Geográfica na maioria das escolas não adere à aplicabilidade de atividades lúdicas, nem da contextualização do conteúdo expresso no livro didático. A metodologia aplicada nas salas de aula não tem colaborado com a construção do conhecimento geográfico em Climatologia nos educandos […]. Pois a metodologia pragmática ainda percorre na educação, onde o educador aplica a memorização como base para a formação dos estudantes. Por meio disto, o raciocínio climatológico geográfico vem deixando lacunas no processo de ensino-aprendizagem (SILVA; SILVA, 2014, p. 2).

Felizmente, tem aumentado, mesmo que ainda de forma tímida se comparada à outras áreas da Climatologia brasileira, o número de pesquisas com propostas de práticas de ensino em Climatologia Geográfica que sejam inovadoras e que deixem de lado a tão incômoda memorização de conteúdos. Nesse sentido, a utilização de recursos multimídia tais como, aulas interativas, animações, vídeos e etc. têm ganhado espaço nas salas de aula. Steinke (2014) ressalta que, no estudo de aspectos relacionados ao clima e ao tempo, o papel que o professor desempenha em suas aulas, assim como os recursos utilizados, são de suma importância, uma vez que o conteúdo referente a esses assuntos é demasiado abstrato, mesmo para aqueles alunos com grau de cognição mais elevado. Por isso, justifica-se a utilização de recursos capazes de trazer para a sala de aula estratégias de ensino mais dinâmicas, levando o aluno a participar como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Na Era da Informação, a comunicação vem sendo atrelada ao uso do computador – um de seus símbolos – e a Internet, em um dos meios tecnológicos mais importantes e revolucionários deste período histórico, proporcionando transformações em praticamente todas as dimensões da vida humana. Sobre isso Zambrana e Blanco (1998) afirmam:

> Desde a última década do século XX até a presente época, o computador se constituiu em um instrumento chave das chamadas Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC). Ao consolidar-se como um atrativo recurso multimídia de informação e comunicação, o computador propiciou condições favoráveis ao desenvolvimento da educação, fato que já vinha sendo trabalhado desde os anos sessenta quando a informática começou a elaborar programas que facilitassem a aprendizagem de quaisquer conjuntos de saberes (ZAMBRANA e BLANCO, 1998, p. 107).

Sendo assim, a tecnologia pode ser considerada como facilitadora da aprendizagem, principalmente no que concerne aos assuntos mais abstratos, como é o caso dos temas de Climatologia. Fagundes et al. (2015) ressaltam que inúmeras pesquisas têm evidenciado que a compreensão e aprendizagem efetiva de fenômenos abstratos necessita da utilização de objetos de visualização, ou seja, recursos visuais. Neste sentido, materiais didáticos como as animações, podem ser introduzidos no processo de ensino-aprendizagem como objetos de visualização para auxiliar a construção do conhecimento e

facilitar a aprendizagem dos conteúdos. Heckler et al. (2007), por exemplo, elaboraram e avaliaram um material digital sobre o ensino de óptica e afirmaram:

> As animações e as simulações são consideradas, por muitos, a solução dos vários problemas que os professores de Física enfrentam a tentar explicar para seus alunos fenômenos demasiado abstratos para serem visualizados através de uma descrição em palavras e demasiados complicados para serem representados através de uma única figura. Elas possibilitam observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias ou anos em tempo real, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que desejar (HECKLER et al, 2007, p. 268).

Nesse contexto, e seguindo as ideias anteriormente apresentadas, o objetivo do presente artigo consiste em apresentar e discutir a aplicabilidade de mais um trabalho multimídia originado do Projeto Climatologia Fácil, desenvolvido pelas equipes dos Laboratórios de Climatologia Geográfica (LCGea) e de Geoiconografia e Multimídias (Lagim) da Universidade de Brasília (UnB). Trata-se de um software para animação de fenômenos de escala sinótica (centros de ação, linhas de instabilidades, sistemas frontais, etc), representados graficamente nas cartas sinóticas, que ocorrem no território brasileiro, com base nas cartas sinóticas disponibilizadas gratuitamente pela Marinha do Brasil. A finalidade do software é servir como recurso didático-pedagógico auxiliar para professores e alunos no estudo da dinâmica das massas de ar e dos sistemas atmosféricos atuantes no Brasil. Além disso descreve-se uma proposta didática, realizada com alunos do curso de graduação em Geografia da UnB, com a utilização do software.

CARTAS SINÓTICAS

O termo carta sinótica designa um mapa que apresenta alguns elementos que caracterizam o estado do tempo, em uma determinada região e momento. Segundo Garbin et al. (2011), a primeira carta sinótica foi elaborada em torno do ano de 1820. A partir de então, passou por diversas modificações e aprimoramentos até a definição do modelo internacionalmente aceito.

O técnico que elabora as previsões do tempo obtém muitas informações meteorológicas do sistema de comunicações. Essas informações, segundo Forsdyke (1981) são organizadas em um mapa de contornos conhecido como carta sinótica, ou carta do tempo. Nessa carta é possível observar o estado da atmosfera em um determinado momento e a uma determinada altitude. As estações meteorológicas (e seus dados registrados) são plotadas no mapa e representadas por pequenos círculos. O relatório de cada estação é traçado dentro e em volta desse círculo. Os números e símbolos que aparecerem nesse relatório correspondem aos dados meteorológicos referentes aos elementos do clima.

Um desses elementos é a pressão atmosférica. Constitui o elemento fundamental do clima e o mais importante no estudo e pesquisa das condições físicas da atmosfera. Esse elemento é o único que permite a análise direta dessas condições e leva à previsão da evolução das mesmas. Uma vez identificados os valores de

pressões atmosféricas iguais, esses valores são reduzidos às condições padrão, ou seja, ao nível do mar (excluindo-se, assim, os efeitos da altitude) e plotados em uma carta. Unindo-se os pontos de igual pressão atmosférica, são desenhadas linhas, que delimitam as isóbaras. Por convenção, as isóbaras são traçadas a cada 2, 3 ou 4 milibares (mb) ou hectopascal (hPa) e nos seguintes horários padrão de observação: 00 hZ, 06 hZ, 12 hZ e 18 hZ (MIGUENS, 2000). A letra Z corresponde à hora Zulu ou horário de Greenwich. Esse horário é sempre utilizado, não importando a hora local. Trata-se de uma padronização que facilita a interpretação por parte da comunidade científica, em qualquer parte do mundo.

As variações horizontais da pressão atmosférica revelam, na análise da carta, os sistemas de pressão ou centros de pressão que compõem, no todo, o campo barométrico. Esses sistemas, ou centros, são diferentes entre si, porque apresentam valores diferentes de pressões. Assim, o desenho do campo barométrico revelará a existência de regiões de alta (anticiclones) e baixa pressão (ciclones), em torno dos quais circulam os ventos. Uma vez determinado gradiente barométrico, é possível indicar a força do vento em determinado lugar. Ainda é possível a identificação de frentes, linhas de instabilidade, zonas de convergência, etc. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As cartas sinóticas são bastante utilizadas em diversos tipos de estudos climáticos. No caso da Geografia, além de outras utilidades, essas cartas servem como suporte à análise rítmica, técnica proposta por Monteiro (1971) que tem por objetivo individualizar os tipos de tempo e acompanhar seu ritmo diariamente. Segundo Borsato e Souza Filho (2008), por meio da análise rítmica é possível caracterizar o tempo atmosférico por meio da dinâmica da circulação atmosférica regional. A caracterização da circulação regional é realizada por meio da análise diária das cartas sinóticas e das imagens de satélite.

Ogashawara (2012) utilizou cartas sinóticas e imagens de satélite para definir os tipos de tempo, em São Paulo, no ano de 2009, e mostrar aplicabilidade da técnica de análise rítmica para estudos ambientais. O autor reiterou que a utilização das cartas sinóticas é indispensável para a classificação dos tipos de tempo, e que as mesmas fornecem, ao intérprete, um dado empírico para o entendimento da dinâmica atmosférica local.

No caso do ensino, a utilização de cartas sinóticas para a compreensão do mecanismo de produção dos tipos de tempo, há muito já é destacada como sendo um excelente recurso didático. Monteiro (1963), ainda quando lecionava, na década de 1960, se preocupava com os problemas de ordem metodológica no tratamento geográfico do clima. Em suas discussões, levantou a possibilidade da utilização de cartas do tempo, coletadas em jornais de boa qualidade, para o ensino e compreensão do clima e do seu ritmo habitual. Segundo o autor, as cartas do tempo fornecem ao professor material altamente útil para trabalhos práticos em um curso de Climatologia:

> Desde que se tenha compreendido, através da análise da circulação atmosférica secundária, o ritmo habitual da sucessão anual dos estados atmosféricos, a análise das cartas do tempo pode representar, para o geógrafo um grande instrumento de compreensão. (MONTEIRO, 1963, p. 173)

No caso de Monteiro (1963), a prática foi aplicada para alunos do ensino superior. Para esse nível de ensino, o professor pode justificar o trabalho da leitura e análise das cartas sinóticas como sendo, entre outras finalidades, indispensável à análise rítmica. Ocorre que, na maioria das disciplinas de Climatologia, no que concerne aos cursos de graduação, os conteúdos programáticos são caracterizados pela descrição dos fenômenos atmosféricos, pelo significado dos elementos do clima e pelo estabelecimento de leis que regem a circulação geral da atmosfera. Sant'Anna Neto (2002), já apontava esse aspecto do ensino da Climatologia, nos cursos de graduação, afirmando que aos alunos são levadas noções fundamentais da Climatologia, porém, desconectadas da realidade social e territorial. Acrescenta-se que, por meio da análise rítmica, é possível incluir a compreensão da dinâmica social e territorial, uma vez que, a esse tipo de análise é possível incorporar um fato geográfico, que se organiza e se distribui em um espaço determinado.

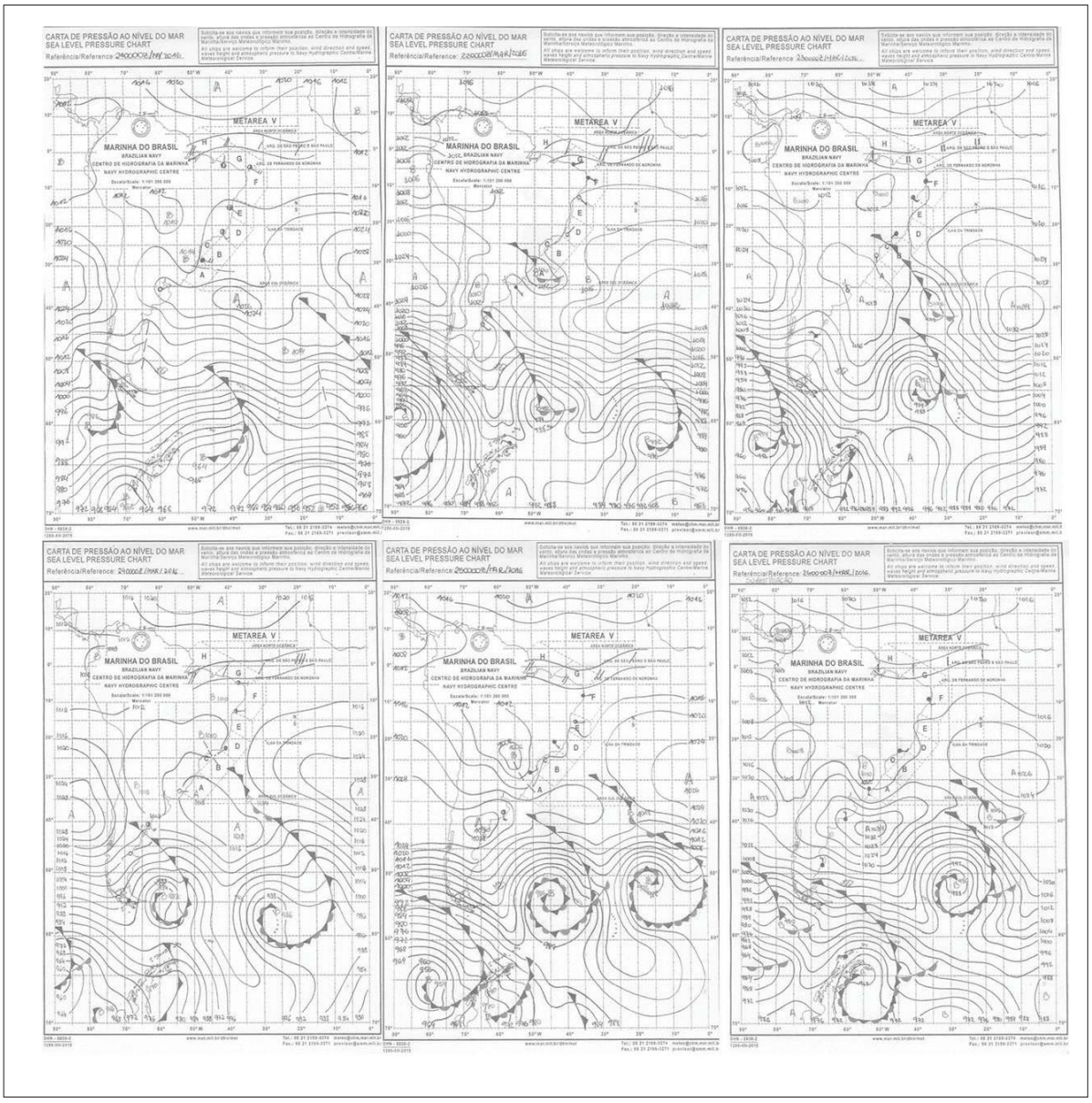
Quando no programa de conhecimentos que o aluno tomará contato, em uma disciplina de Climatologia, está incorporada a análise rítmica, muitas vezes pressupõe-se que os alunos possuem algum conhecimento prévio sobre análise de cartas sinóticas. Em outros casos, é necessário que o professor ofereça algum treinamento para a leitura e interpretação das cartas sinóticas.

Geralmente, são utilizadas, como instrumento de ensino, as cartas sinóticas de pressão atmosférica na superfície elaboradas pelo Serviço Meteorológico Marinho, órgão do Ministério Marinha do Brasil e disponibilizadas, em seu sítio na internet.[1] Embora a parte mais detalhada corresponda ao litoral da América do Sul, é possível retirar, dessas cartas, informações referentes aos sistemas atmosféricos atuantes no Brasil. Também podem ser utilizadas as cartas sinóticas de superfície elaboradas pelo Grupo de Previsão de Tempo (GPT) do CPTEC/INPE. Coloridas e com mais recursos visuais, estas cartas apresentam informações para toda América do Sul, porém, sua leitura demanda uma maior prática por parte dos alunos.

De qualquer forma, para um exercício de treinamento de análise de cartas sinóticas, de um período de tempo de poucos dias, pode-se lançar mão da estratégia de fazer uma impressão das cartas diárias (ou mesmo de mais horários sinóticos) e dispô-las, uma ao lado da outra, formando um mosaico, para que se possa aprender a identificar, mesmo que de forma estática, o deslocamento e a evolução dos sistemas atmosféricos atuantes durante aquele período, como mostrado na figura 1 – um mosaico de cartas sinóticas, pelas quais é possível acompanhar, durante seis dias, a evolução dos sistemas frontais que atuaram, no Brasil, entre 21 a 26 de março de 2016.

[1] Disponível em: <http://www.mar.mil.br/>

Figura 1 – Mosaico de cartas sinóticas da Marinha do Brasil, elaboradas às 00 hZ – Hora Universal (21 horas no horário de Brasília), mostrando o desenvolvimento dos sistemas frontais atuantes no Brasil no período de 21/03/2016 a 26/03/2016



Fonte: Marinha do Brasil. Serviço Meteorológico Brasileiro. Disponível em:<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>.

Indicações de como devem ser realizadas análises de cartas sinóticas podem ser encontradas em Nimer (1989). O autor aponta, como exemplo, algumas situações de tempo, no Brasil, que são representativos das frequências observadas de alguns elementos (massas de ar, sistemas frontais, ciclones e anticiclones) para as quatro estações do ano. Já no material elaborado pela FUNBEC (1980) é possível observar algumas indicações de como analisar cartas sinóticas para o reconhecimento dos centros de pressão e dos sistemas atmosféricos atuantes em um determinado local. De forma geral, deve-se

observar a carta como um todo para identificar as posições dos centros de alta (A) e baixa (B) pressão, dos sistemas frontais e da zona de convergência. Também é necessário observar o valor da pressão nos núcleos dos sistemas de alta (A) e baixa (B) pressão e suas alterações ao longo do período estudado. A partir dessas variações é possível, por exemplo, comparar a pressão de seus núcleos revelando, por meio da diferença da pressão, qual sistema apresentará mais energia para o deslocamento.

Porém, em alguns casos, quando o período estudado compreender muitos dias, a utilização de cartas sinóticas impressas pode se tornar inviável. Para resolver essa questão, elaborou-se uma proposta didática que se refere à utilização de uma página na internet para a apresentação de animação de fenômenos de escala sinótica (centros de ação, linhas de instabilidades, sistemas frontais, etc.) para que o aluno possa observar, em pequeno espaço de tempo, os deslocamentos dos centros de pressão, compreendidos no seu sentido mais amplo, abrangendo ainda os sistemas frontais e demais fenômenos dinâmicos que duram horas, dias, meses e etc. Com essa proposta, acredita-se que a identificação da dinâmica dos fenômenos, nas cartas sinóticas, fique mais clara, já que o dinamismo que os reveste pode ser representado com a animação.

DESENVOLVIMENTO DO *SOFTWARE* DE ANIMAÇÃO

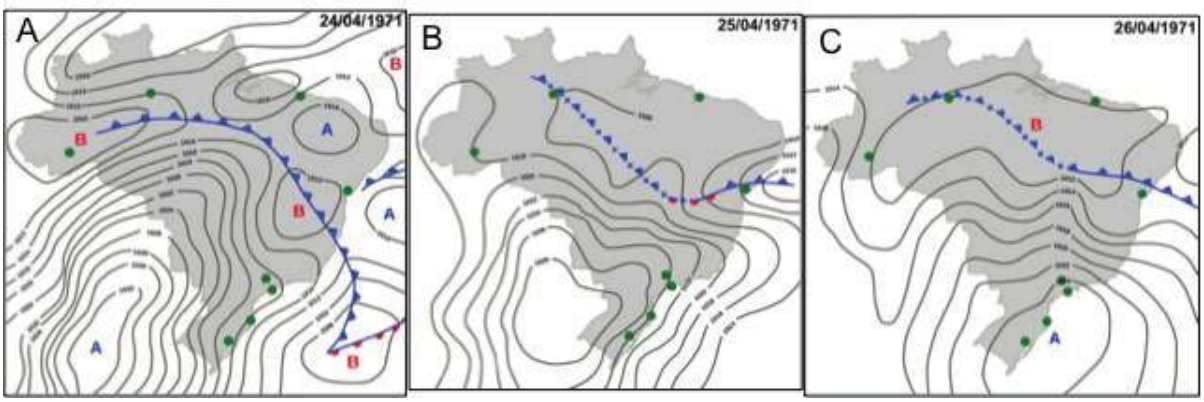
A ideia de tentar desenvolver uma forma de animar os fenômenos representados nas cartas sinóticas surgiu durante as aulas da disciplina optativa Análise de Microclimas (disciplina da grade curricular do curso de graduação em Geografia da UnB), cujo programa tem por objetivo principal capacitar os alunos a utilizarem a técnica de análise rítmica preconizada por Monteiro (1971). Segundo Zavattini (2005), para realizar a análise rítmica, além da elaboração de um gráfico, contendo as informações diárias dos parâmetros meteorológicos, deve-se identificar os estados atmosféricos por meio das cartas sinóticas.

Até o primeiro semestre de 2016, para o ensino da análise das cartas sinóticas, na referida disciplina, eram utilizados os desenhos de cartas, do período de 16 a 30 de abril de 1971 (quinze dias), presentes no material didático, em formato de livro, elaborado pela FUNBEC (1981). Os desenhos, chamados de mapas do tempo, foram baseados em cartas sinóticas oficiais. Esse material didático, intitulado "O Tempo e o Clima", foi destinado aos alunos dos ensinos médio e superior, para o estudo a respeito de noções básicas da dinâmica atmosférica. Embora careça de atualização, esse material constitui-se um excelente apoio para o professor e ainda pode ser utilizado, desde que com a devida mediação.

A figura 2 mostra um exemplo desses mapas do tempo, que correspondem aos dias 24, 25 e 26 de abril de 1971. De posse do conjunto total de mapas do tempo, aos alunos, foi proposta uma atividade na qual eles deveriam analisar o deslocamento de uma extensa frente fria durante esses três dias. Os alunos deveriam chegar à conclusão: dia 24, a frente fria estendia-se pelo interior do Brasil desde o Amazonas até o sul da Bahia e deslocou-se rapidamente devido à grande atividade da massa polar, que dominou mais

da metade do Brasil; dia 25, a frente encontrava-se estacionária no litoral do Nordeste, afastou-se do continente e deslocou-se em direção ao oceano; dia 26, a frente fria, já em dissipação, estendia-se pelo interior do Brasil atuando sobre Manaus e definiu-se como fria ao norte de Salvador.

Figura 2 – Mapas do tempo dos dias 24 (A), 25 (B) e 26 (C) de abril de 1971, mostrando o deslocamento da frente fria



Fonte: FUNBEC, 1981, adaptado pelos autores

Observou-se que os alunos não apresentaram dificuldades em identificar o deslocamento da frente fria e nem a evolução temporal do sistema de alta pressão utilizando três figuras estáticas. Contudo, o material da FUNBEC propõe que sejam analisados quinze dias (16 a 31 de abril de 1971), o que demanda o manuseio, em sala de aula, de muitas figuras impressas em folhas de papel. Os alunos nem sequer possuíam mesas adequadas para dispor tantas folhas, lado a lado. Assim, muito tempo da aula era demandado somente para que os alunos conseguissem organizar as figuras com os mapas do tempo.

Uma forma de melhorar a visualização da evolução dos fenômenos foi solicitar aos alunos que pintassem os intervalos entre as isóbaras, porém, esse fato revelou-se ainda mais dispendioso com relação ao tempo da aula.

Resolveu-se, então, digitalizar os desenhos dos mapas do tempo, atribuir-lhes cores e produzir um GIF animado (*Graphics Interchange Format ou formato de intercâmbio de gráficos*). O GIF animado nada mais é do que um GIF composto de várias imagens do formato GIF, compactadas em um só arquivo, que podem ser animadas. No caso, os quinze desenhos referentes aos mapas do tempo foram compactados em um só arquivo. Essa pequena animação passou a ser utilizada, na aula, ao invés das folhas de papel.

A resposta dos alunos em relação à essa troca de recurso foi bastante positiva. Os alunos se tornaram mais atuantes na aula e afirmaram que a pequena animação facilitou a identificação do deslocamento dos sistemas atmosféricos quando comparada às figuras estáticas. Os alunos perceberam que o objetivo da atividade era observar a evolução temporal e espacial dos sistemas atmosféricos.

A partir dessa experiência positiva, e baseados em resultados de outras pesquisas que compararam a utilização de animações e de imagens estáticas para o ensino de assuntos específicos, tal como Oliveira (2012), as equipes dos Laboratório de Climatologia Geográfica (LCGea) e Laboratório de Geoiconografia e Multimídias –Lagim, da UnB desenvolveram um software intitulado "Animação de Cartas Sinóticas". No presente momento o *software* está sendo atualizado, porém, será disponibilizado, gratuitamente, aos estudantes e professores por meio do futuro site do Lagim.[2]

No planejamento da navegação do software definiu-se os itens importantes do menu de navegação: A Página Inicial contém informações dos laboratórios e dos idealizadores; Na Apresentação, o usuário obtém informações a respeito do objetivo do software; No item Contato, disponibiliza-se os e-mails do LCGea e do Lagim; O item Decifrando a Carta Sinótica traz uma explicação do que vem a ser uma carta sinótica e dicas de como analisá-la. No item Animação, o usuário pode escolher o período das cartas que gostaria de animar (período inicial e final) e período de exibição da sequência de imagens (velocidade de exibição). Até o presente momento estão disponíveis, para animação, cartas sinóticas desde o ano de 2015. Futuramente estarão disponíveis para animação todas as cartas sinóticas contidas na página da Marinha do Brasil.

Executou-se a organização do software em linguagem html *(Hipertext Markup Language)*. Para realização da animação das cartas foram escritos códigos em linguagem *Javascript*. Basicamente o efeito da animação é realizado da seguinte forma: dispõe-se de uma determinada sequência temporal de imagens das cartas sinóticas, em formato JPEG (*Joint Photographic Experts Group),* obtidas no endereço eletrônico do Serviço Meteorológico Marinho. Em essência*,* a cada período pré-determinado de tempo (por exemplo, a cada quinhentos milissegundos) exibe-se, iterativamente, uma imagem em seguida da outra, em ordem crescente de sua data de elaboração, no recurso *tag/img* da linguagem *html*. Assim, tem-se a impressão de "movimento" das cartas sinóticas. Na figura 3 é mostrada a página na qual é possível escolher o período da animação.

[2] Disponível em: <www.lagim.unb.br>.

Figura 3 – Página da animação do software – Animação de Cartas Sinóticas



Fonte: Labclim. Disponível em: <**http://labclim-unb.orgfree.com/cliweb/clihtml/clianimacao.htm**>

PRÁTICA DIDÁTICA UTILIZANDO A ANIMAÇÃO

A prática didática descrita a seguir foi aplicada aos alunos da disciplina Análise de Microclimas, no segundo semestre de 2016, do curso de graduação em Geografia da UnB. A prática tinha por objetivo identificar e descrever os sistemas atmosféricos que atuaram no Brasil, durante os dias 01 a 30 de agosto de 2016, por meio do *software* – Animação de Cartas Sinóticas. Ressalta-se que os alunos já tinham conhecimento sobre noções básicas de Meteorologia dinâmica.

Os alunos receberam cópias impressas das cartas sinóticas da Marinha, dos trinta dias estudados e dispunham de dados meteorológicos diários obtidos junto ao banco de dados meteorológico (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para auxiliar suas análises.

A atividade tinha como objetivo analisar a sequência de cartas sinóticas dos trinta dias de agosto. Para delimitar melhor a área estudada foram escolhidas duas cidades, em diferentes regiões do Brasil: Brasília e Porto Alegre. Para cada uma dessas cidades foram elaborados gráficos de temperatura do ar (linear), pressão atmosférica (linear), umidade relativa (linear) e precipitação (barras) para os dias do período considerado. Para cada dia, foram identificados os centros de ação (e suas respectivas massas de ar) responsáveis pelos tipos de tempo naquelas cidades e as frentes associadas.

A sequência em questão mostra uma evolução do tempo no inverno, no Brasil. O
ıticiclone do Atlântico Sul predomina sobre

estudada foi escolhida duas cidades - por - *Para delimitar*
n escolhidas duas cidades...

o centro do país, enquanto que, no sul, as invasões do anticiclone Polar são constantes. Em agosto de 2016, segundo CPTEC (2016), as chuvas foram mais acentuadas nas regiões sul, centro-oeste e sul da Região Sudeste no decorrer da segunda quinzena de agosto, o que não corresponde ao ritmo habitual. Neste período, a atividade frontal também foi favorecida, com ocorrência de chuvas acima da média histórica entre o centro-norte da Região Sul e o centro-sul das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Neste mesmo período, incursões da massa polar Atlântica resultaram na ocorrência de geada em vários municípios no centro-sul do Brasil.

Na primeira quinzena do mês de agosto de 2016, grande parte do Brasil encontrava-se sob o domínio do anticiclone do Atlântico Sul, o que produziu um tempo quente e seco. Já na segunda quinzena, houve o deslocamento de três frentes frias vigorosas do sul para o Sudeste. A maior parte da chuva ficou restrita à Região Sul, porém, estas frentes frias levaram chuva ao Centro-Oeste, ao Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro e ao Norte de Minas Gerais. O Nordeste, e grande parte do norte, continuaram secos na segunda quinzena de agosto. Em Brasília foi registrada chuva entre os dias 13 e 24 de agosto, o que fez com que a média histórica do mês fosse superada. Já a cidade de Porto Alegre foi atingida por três ondas de frio e a chuva registrada também ficou acima da média histórica para o mês.

Após a apresentação do *software*, os alunos tiveram a oportunidade de assistir à animação das cartas sinóticas em diversas velocidades, até a escolha da velocidade adequada para que os mesmos pudessem identificar os sistemas meteorológicos. A animação foi apresentada inúmeras vezes e, com a intermediação do professor, esse novo elemento (animação) foi visto com um novo olhar pelos alunos. Observou-se um interesse maior pelo assunto estudado, talvez porque a linguagem multimídia, como a animação, seja vista pelos alunos como um descanso e não como aula, como afirma Moran (1995), o que modifica a sua postura em relação ao conteúdo ministrado.

Em seguida, uma série de questões foi proposta para os alunos sobre o comportamento dos sistemas meteorológicos e suas repercussões nas duas cidades estudadas, no mês de agosto. Solicitou-se que os alunos verificassem quais as massas de ar que mais atuaram nas duas cidades, registrando os dias em que ocorreram chuvas, verificando a relação entre a ocorrência de chuva com as passagens das frentes frias e as alterações no tempo decorrentes dessas passagens, avaliando a alteração nos parâmetros meteorológicos.

A atividade foi encerrada com a elaboração de um pequeno relatório de aula prática, no qual os alunos descreveram a atividade em si e suas impressões sobre a utilização do recurso animação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a prática didática pudesse atingir os objetivos propostos, os alunos deveriam repetir a animação mais de uma vez, antes e depois das questões, durante a aula e em casa. Para que isso pudesse ocorrer, a animação ficou disponibilizada na Internet, em um

sítio de conhecimento do aluno. Ao avaliar a atividade, observou-se que a linguagem multimídia demanda estratégias pedagógicas diferenciadas daquelas que tradicionalmente são utilizadas, orientadas pelas linguagens verbal e escrita. A prática didática proposta fez com que os alunos se mantivessem interessados, participativos e questionadores durante as aulas. Sendo assim, acredita-se que a prática interferiu de forma positiva no aprendizado, funcionando como um recurso facilitador na compreensão do ritmo da sucessão anual dos estados atmosféricos.

Vale ressaltar que o *software* não foi elaborado somente para a utilização no ensino superior, pelo contrário, é desejo dos autores que o professor do ensino básico também utilize o software em suas aulas. Apesar de a leitura de uma carta sinótica requerer um certo grau de conhecimento de meteorologia dinâmica, é possível a sua utilização para, por exemplo, o ensino de frente fria e seus deslocamentos por sobre o Brasil. Inúmeras práticas didáticas podem ser elaboradas com a utilização do *software*, para que a memorização de conceitos dê lugar à compreensão de fenômenos e a aprendizagem se torne significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORSATO, V. A.; SOUZA-FILHO, E. E. O ritmo climático e episódios pluviométricos no ano de 1980 na vertente ocidental da Bacia do Alto Rio Paraná Brasil. **Geografia**,Londrina. v. 17, pp. 83–109, 2008.

BRITO, M. C. de; FERREIRA, C. de C. M. Por uma Climatologia Geográfica escolar no cotidiano: estimulando reflexões e a criatividade dos educandos**. Geonorte**, Edição Especial, Manaus, v.1, n.5, pp. 218–231, 2012.

COSTELLA, R. Z. A importância dos desafios na construção do conhecimento geográfico. In: REGO, N; CASTROGIOVANNI, A. C; KAERCHER. **Geografia:** práticas pedagógicas para o ensino médio. Porto Alegre: Artmed, 2007. pp. 49-54.

FAGUNDES, A. L.; SILVA, T. da; BARROSO, M. F. Aprendizagem mediada por uma hipermídia educacional. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos,n. 20, pp. 91-114, 2015.

FIALHO, E. S. Climatologia: ensino e emprego de geotecnologias. **Revista Brasileira de Climatologia**,Curitiba, v. 13, pp. 30-50, 2013.

FORSDYKE, A. G. **Previsão do tempo e clima**. São Paulo: Melhoramentos, 1981.

FUNBEC. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. **Projeto brasileiro para o ensino de Geografia:** o tempo e o clima São Paulo: Edart, 1980. (Guia do professor)

GARBIN, E. P.; SANTIL, F. L. de P.; SILVEIRA, H. Análise da percepção das variáveis de acordo com a categorização das feições das cartas sinóticas. **Revista Brasileira de Cartografia**. Rio de Janeiro,n. 63/03, pp. 427-438, 2011.

HECKLER, V.; SARAIVA, M de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. de S. Uso de simuladores, imagens e simulações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** São Paulo, v. 29, n. 2, pp.267-273, 2007. MCTIC/INPE/CPTEC. **Infoclima**, ano 23, n. 9, set. 2016. Disponível em:<http://infoclima.cptec.inpe.br/~rinfo/pdf_infoclima/201609.pdf>. Acesso em: out. 2016.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MIGUENS, A. P. **A Ciência e a arte.V. III :**navegação eletrônica em condições especiais. Rio de Janeiro: Diretoria de Hidrografia e Negação da Marinha do Brasil/ UERJ, 2000. Disponível em:<https://www.mar.mil.br/dhn/bhmn/download/cap-45.pdf>. Acesso em: jan. 2016.

MONTEIRO, C. A. de F. Sobre a Análise Geográfica de Sequências de Cartas de Tempo: pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia. São Paulo. **Revista Geográfica**, t. 32, n. 58, pp. 169-179, 1963.

_____. Análise rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**. São Paulo. n. 1, pp. 1-21, 1971.

MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Revista Comunicação & Educação**. São Paulo, ECA. n. 2, pp. 27-35, jan.-abr, 1995.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OGASHAWARA, I. Análise rítmica e a Climatologia Geográfica brasileira. **Revista Eletrônica Geoaraguaia.** Barra do Garças (MT). v. 2, n.2, pp. 57-72, 2012. Disponível em:<http://revistas.cua.ufmt.br/geoaraguaia/index.php/geo/article/view/22/22>. Acesso em: julho de 2016.

OLIVEIRA, I. J. A. A Cartografia na formação do professor de Geografia: análise da rede pública municipal de Goiânia**.** In: MORAIS, E. M. B; MORAES, L. B. (Orgs.).**Formação de professores:** conteúdos e metodologias de ensino de Geografia. Goiânia: NEPEG, 2010, pp. 123-136.

OLIVEIRA, T. de L. **Estudo comparativo entre materiais didáticos estáticos e dinâmicos voltados ao ensino-aprendizagem de mecanismos de reações químicas orgânicas:** uma abordagem do design instrucional. 2012. 137 f. Dissertação (Mestrado em Design). Departamento de Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SANT'ANNA NETO, J. L. Análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. **Geografia.** Londrina, v. 11, n. 2, pp. 321-328. jul./dez, 2002.

SANTOS,T. O. dos; ROCHA V. M. A instrumentação meteorológica como recurso didático-pedagógico aplicada ao conteúdo de Climatologia nas aulas de Geografia do ensino fundamental. In: SIMPÓSIO BRASILEIROS DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 10. 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2014. pp. 1724 – 1731.

SILVA, L. F. P. da. A Utilização de Jogos, Animações e Simuladores Computadorizados como uma Nova Estratégia Didática na Construção do Conhecimento. In: ENCONTRO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 4., Tiradentes, 2011. Tiradentes, MG. **Anais...** Tiradentes: 2011. pp. 1-15. Disponível em:<https://www.unit.br/hotsites/2011/enc_formacao_professores/arquivos/artigos/GT_1_ESPACOS_EDUCATIVOS/A_UTILIZACAO_JOGOS_ANIMACOES_SIMULADORES_COMPUTADORIZADOS_NOVA_ESTRATEGIA_DIDATICA_CONSTRUCAO_CONHECIMENTO.PDF>. Acesso em: jun. 2016.

SILVA, M. C. A. da; SILVA, F. G. F de A. As Noções de Climatologia na Construção do Conhecimento da Ciência Geográfica no Ensino Médio: Estudo de Caso da Escola de Referência Simon Bolívar no Município de Jaboatão Dos Guararapes – PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7. 2014, Vitória, **Anais...** Vitória, 2014. pp. 1-12.

STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

———. Utilização da multimídia no Ensino Fundamental como instrumento de ensino de temas em Climatologia. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 15, n. 51, pp. 127- 137, 2014.

STEINKE, V. A.; CARVALHO, A. C. A. As dimensões da formação de profissionais em geografia no Brasil: reflexões introdutórias. In: SILVA, E. I. da; PIRES, L. M. (Orgs.).**Desafios da didática de Geografia.** Goiânia: EdPUC Goiás, 2013. pp. 69-86.

TAVEIRA, I. A. P.; STEINKE, E. T. Identificação de temas em Climatologia de difícil transposição didática no Ensino Fundamental. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO DF 18.; CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNB, 9. 2014, Brasília. **Anais...** Brasília: 2014. 1 CD-ROM.

ZAMBRANA, J. J. D; BLANCO, J. J. **Tecnologías de la información en la educación**. Madrid: Anaya Multimedia, 1998.

ZAVATTINI, J. A. A Razão da Influência: uma teoria do clima. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba, v.1, n.1, pp. 146-158.2005.

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

NEVE EFETIVA OU APENAS REFERÊNCIA? RELAÇÃO ENTRE NEVE E FLUXO TURÍSTICO A GRAMADO(RS)

NIEVE REAL O SOLO REFERENCIA? RELACIÓN ENTRE NIEVE Y FLUJO TURÍSTICO A GRAMADO(RS)

EFFECTIVE SNOW OR JUST REFERENCE? RELATIONSHIP BETWEEN SNOW AND TOURIST FLOW TO GRAMADO/RS

Erika Collischonn
Doutora em Geografia e Professor no Curso de Graduação e no Programa de Pós-Graduação em Geografa da Universidade Federal de Pelotas;
ecollischonn@gmail.com

Cemila Pansera
Geógrafa pela Universidade Federal de Pelotas;
cemilap@gmail.com

Resumo: Gramado é o polo turístico do estado do Rio Grande do Sul. Apresenta um clima subtropical úmido (Cfb), com invernos nos quais são frequentes temperaturas abaixo de 0 °C e geadas, havendo também possibilidade de ocorrência de neve. O estudo realizado faz uma comparação entre a ocorrência de neve e o fluxo turístico em Gramado (RS). Foram usados os dados da estação meteorológica automática (INMET) de Canela (RS), registrados para os períodos de outono/inverno dos anos de 2009 a 2012. Para o mesmo período foram também obtidos e organizados dados do fluxo de veículos das três praças de pedágio que dão acesso à cidade de Gramado. Os dados diários foram justapostos de forma a poderem ser comparados. Também se analisou os calendários de eventos para o mesmo período. Constatou-se que o fluxo de veículos nas praças de pedágio se relaciona mais com os finais-de-semana ou dias com eventos programados, do que com a neve anunciada ou ocorrida. O estudo realizando demonstra que, em Gramado, o fenômeno natural "neve" cede cada vez mais lugar ao artefato "neve" resultante do engenho humano.

Palavras chave: neve, fluxo veículos, turismo, imagem, natureza artificial.

Abstract: Located in Rio Grande do Sul state of Brazil, Gramado is an extremely popular tourist destination for Brazilians due to its temperate climate, european architecture, family-friendly activities and ecoturism options. The city has a humid subtropical climate (Cfb), with winter seasons that are often rigorous with temperatures below 0 °C, leading to the occurrence of severe frost and the possibility of snow. The study aims to relate the occurrence of snow and the touristic flow in Gramado (RS). The data from the meteorological

station of Canela (RS) (temperature, dew point, humidity and precipitation) were used, and observed during the month of June to September in 2009-2012 (INMET). For the same period, vehicles' data flow from all toll locations with access to the city of Gramado (BRITA RODOVIAS S.A). It was found that the flow of vehicles at toll locations relate more to weekends and scheduled events, than to snow that had been forecasted or that ended up occurring. The study shows that, in Gramado, the natural phenomenon "snow" gives way more and more to the "snow" artifact resulting from human production.

Keywords: Snow, vehicle flow, image, tourism, artificial nature.

INTRODUÇÃO

A temática da neve no Brasil ainda não possui quantidade significativa de trabalhos científicos publicados quando comparado com os estudos de outros elementos do clima (ex: temperatura, precipitação pluvial, vento). Isto ocorre porque, segundo Fuentes (2009, p. 20), em fenômenos meteorológicos cuja escala de ocorrência no tempo e no espaço é restrita, mais difícil a sua previsão e o seu registro. Ainda assim, os estudos acerca da neve ganharam fôlego a partir dos anos 1990, principalmente considerando o apelo turístico de municípios do sul do Brasil que ostentam a neve como um atrativo, tais como Gramado no Rio Grande do Sul.

Este estudo busca analisar a relação entre a ocorrência de neve e o fluxo turístico na cidade de Gramado. Assim, por um lado, procurou organizar sistematicamente os dados de precipitação de neve ocorrida em Gramado de 2009 a 2012, tanto os registros de previsão ou neve ocorrida segundo os meios de comunicação, quanto a condição propícia à neve pelos registros da estação meteorológica mais próxima. Estes dados foram comparados com os dados de fluxo de veículos nas praças de pedágio que levam a este destino turístico. Por outro lado, considerou também o quanto outros fatores possivelmente influenciaram nestes fluxos.

O turismo, atualmente, demanda esforços interligados e interdependentes dos órgãos oficiais de turismo, das associações do setor turístico, dos transportadores, dos meios de hospedagem, das agências de viagem, dos parques temáticos, dos restaurantes e, principalmente, da comunidade. Barreto Filho (1999, p. 74-82) considera como elementos fundamentais para o desenvolvimento do turismo receptivo de um determinado espaço urbano algumas estratégias: conscientização turística, preparação de recursos humanos, criação de um órgão oficial de turismo, dotação orçamentária, elaboração de um calendário de eventos turísticos, guia básico de informações turísticas, sinalização turística, delimitação dos roteiros turísticos, liberação do horário comercial, proteção do ambiente, promoção e divulgação nos polos emissores, estatísticas de análise dos resultados, ampliação de espaços e desenvolvimento de novos produtos.

Assim, uma cidade turística como Gramado, depende hoje do encadeamento bem planejado destas ações, e o *trade* turístico[1]não pode ficar à mercê da ocorrência de um fenômeno natural esporádico. Na medida em que o estudo foi se realizando, aos poucos foi se revelando como, em Gramado, o fenômeno natural "neve" cede cada vez mais lugar a "neve" como artefato, memória ou simulação.

O FENÔMENO ATMOSFÉRICO NEVE E A LOCALIZAÇÃO DE GRAMADO (RS)

O glossário do INMET define a neve da seguinte forma:

> Precipitação de cristais de gelo translúcidos e brancos, em geral em forma hexagonal e complexamente ramificados, formados diretamente pelo congelamento do vapor de água que se encontra suspenso na atmosfera. É produzida frequentemente por nuvens do tipo estrato, mas também pode se originar das nuvens do tipo cúmulo. Normalmente os cristais são agrupados em flocos de neve.

Nery e Carfan (2013, p. 252) e Schmitz (2007, p. 4) apresentam conceituação similar, porém acrescentam que os cristais em forma de estrela somente se formam em temperaturas abaixo de -5 °C, já nas temperaturas próxima ao 0 °C os cristais geralmente se aglomeram em flocos de neve.

Como as outras formas de precipitação (chuva e granizo), a neve, corresponde a uma etapa do ciclo hidrológico. Entretanto para chegar a superfície terrestre, este hidrometeoro depende de algumas circunstâncias que serão apresentadas a seguir.

A existência de nebulosidade é uma condição fundamental para a gênese da precipitação. Para tanto a umidade e os núcleos de condensação funcionam como matérias-primas e a movimentação vertical do ar como motor do processo de formação de nuvens. Todas as nuvens produtoras de precipitação têm sua gênese associada a movimentos ascendentes do ar. Estes podem ser induzidos por três meios (que atuam em articulação ou isolados): aquecimento basal (convecção), orografia e advecção (BATTAN, 1987).

A advecção de ar frio de um lado, a injeção de umidade de outro e, por fim a orografia propiciam a ocorrência de neve na área de estudo (Gramado (RS)). A presença de uma massa polar sobre o continente, resulta na advecção de ar frio, já a morfologia do Planalto Meridional reforça a ascensão do ar e seu resfriamento. Estes dois fatores conjugados, contudo, propiciam mais a geada do que a neve, porque a massa de ar polar continentalizada é fria e seca. Então, a estes dois fatores precisa se agregar outro, qual seja, a presença de um ciclone extratropical sobre o oceano que impulsione umidade para a serra gaúcha.

[1] São organizações privadas e governamentais atuantes no setor de "Turismo e Eventos" como os Hotéis, Agências de Viagens especializadas em Congressos, Transportadoras Aéreas, Marítimas e Terrestres, além de Promotores de Feiras, Montadoras e Serviços Auxiliares (tradução simultânea, decoração, equipamentos de áudio visuais, etc.) (EMBRATUR, 1995)

Em geral, as gotículas ou mesmo cristais de gelo que constituem as nuvens são pequenas, de maneira que não vencem a ascensão do ar ou então vaporizam-se na trajetória descendente. A literatura meteorológica apresenta dois processos para o crescimento das gotículas: coalescência e formação de cristal de gelo, este último responsável pela maior parte das precipitações nas latitudes médias no inverno (VIANELLO e ALVEZ, 1991). É a partir deles que ocorre a formação da neve, descrita a seguir.

O processo dá-se nas "nuvens frias", ou seja, aquelas situadas em níveis atmosféricos com temperatura inferior a 0 °C. Nestas condições a tensão de vapor saturante é menor para o gelo que para a água em estado líquido. Assim, se existirem simultaneamente numa "nuvem fria" gotículas de água e cristais de gelo, as moléculas que constituíam a gotícula juntam-se ao cristal de gelo, que assim cresce à custa daquelas (VIANELLO e ALVEZ, 1991).Os cristais vão ganhando massa e colidindo uns aos outros. Os cristais imbricados que chegam ao solo constituem a neve, que pode atingir uma velocidade terminal de 1 a 2 m/s (BATTAN, 1989).

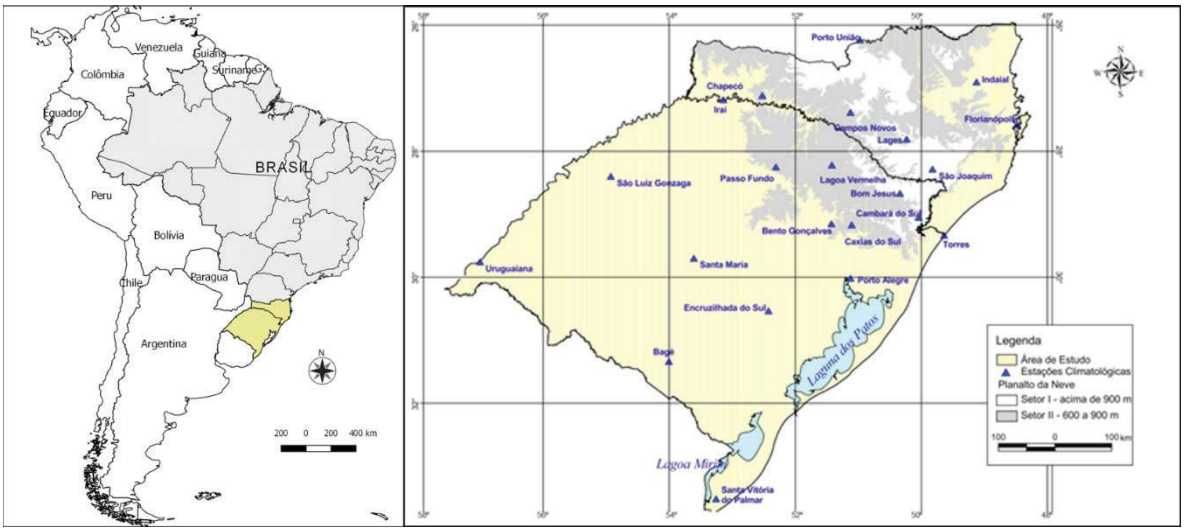
O fenômeno em análise é mais complexo que o da precipitação líquida, especialmente pela participação do vento que pode vir a movimentar os flocos de neve. Com base nisto, Souza (1997) identifica que, entre os parâmetros básicos para a medição da neve — dias de neve, altura da camada, tempo de permanência sobre o solo e equivalente em água —, o primeiro é o único medido sistematicamente pelo INMET no Brasil, sendo o total de dias com queda de neve em um período determinado, como um mês e/ou ano.

Araujo (1930) e Hausman (1956) nos seus escritos sobre a climatologia do Rio Grande do Sul, apresentaram algumas linhas ou parágrafos destinados à neve. Em 1991, Souza publicou um artigo sobre a neve no sul do Brasil. Vale ainda mencionar os trabalhos de Schmitz (2000) e Wolff (2001). Wolff, em 2005, publicou livro com resultados do trabalho desenvolvido em 2001, contendo um importante histórico da neve no RS. Observa-se, portanto que tem crescido, nas últimas duas décadas, a produção científica sobre os eventos de neve ou frio intenso, talvez pela área de abrangência e suas consequências na economia regional, seja na agropecuária, ou nas atividades turísticas.

Considerando este elemento do clima nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Souza (1997) propôs a definição do que chamou Planalto da Neve. Schmitz (2007, p. 36) delimitou com mais acurácia metodológica o chamado Planalto da Neve que seria a área do Meridional com cota superior a 600m, ou seja, a área onde este fenômeno ocorre (Figura 1). Neste planalto da Neve, Schmitz (2007) definiu dois setores: I – acima da cota de 900m no qual o número médio de dias de neve por ano considerando a normal climatológica 1961- 1990 seria maior que 1 e II – entre as cotas 600 e 900m e aquele onde o número médio de dias de neve por ano considerando a normal climatológica 1961- 1990 seria menor que 1.

O município de Gramado que está localizado a 29º 22' 44"S e 50º 52' 26" W, apresentando uma superfície total de 237,019km² (IBGE, 2013). Segundo a compartimentação de Schmitz (2007), Gramado tem sua sede e 64 % do seu território no setor II, o menos nivoso; da mesma forma Canela, também tem 70 % do seu território no setor II.

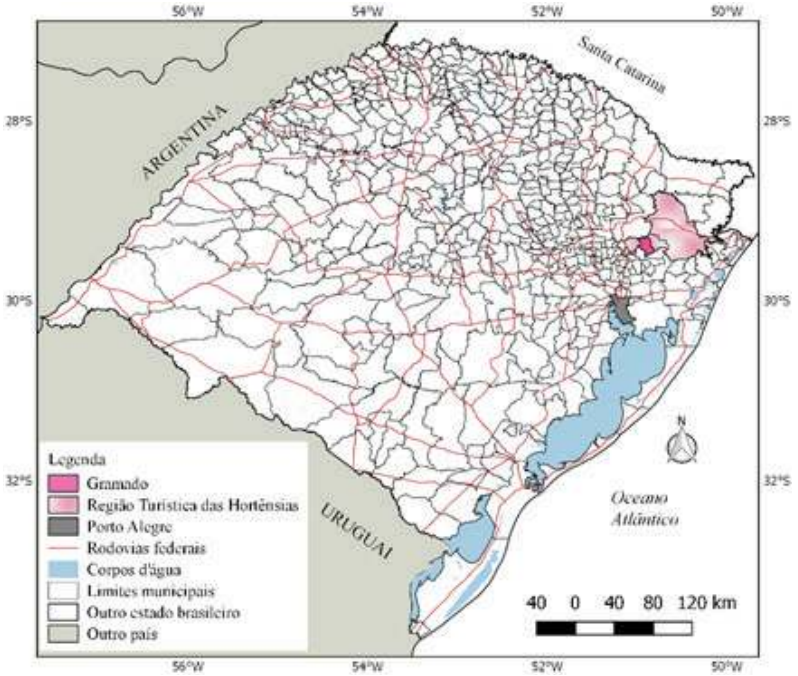
Figura 1 – Localização do Planalto da Neve e seus setores diferenciados



Fonte: Schmitz, 2007, p. 37

Na divisão turística do Rio Grande do Sul definida pela SETUR, Gramado, com uma população de 32.501 habitantes em 2011 (FEE, 2013) encontra-se na Região Turística das Hortênsias que é composta por cinco municípios: Canela, Gramado, Nova Petrópolis, Picada Café e São Francisco de Paula (Figura 2).

Figura 2 – Localização de Gramado (RS)



Fonte: Organizado pelas autoras, 2017.

METODOLOGIA

Para Santana Neto (2002, p. 327) ao geógrafo, mais do que desvendar os processos dinâmicos e as estruturas temporais e espaciais do clima, o que realmente deveria importar é o significado deste processo inserido na dimensão socioeconômica.

Na perspectiva deste autor, numa análise geográfica dever-se-ia identificar os sistemas produtores do tempo e, em análises episódicas, explicar como, onde e por que ocorreu, por exemplo, precipitação de neve num determinado espaço, mas também dever-se-ia indagar, compreender e explicar como e em quais circunstâncias este espaço foi produzido e como as precipitações de neve e o frio afetam, de forma diferenciada os seus habitantes e a sua economia. Por fim, para Santana Neto, um geógrafo deveria procurar compreender, ainda, de que forma este processo da natureza é apropriado em sua forma mais intensa e perversa pela sociedade de classes.

Em síntese, a climatologia na análise geográfica, não pode ficar desconectado da realidade social. O conhecimento do ritmo climático deve ser incorporado ao conjunto de conhecimentos geográficos necessários à compreensão da dinâmica territorial e da apropriação da natureza.

Esta foi a perspectiva de método buscada neste trabalho, ainda que não se tenha dado conta da representação da circulação atmosférica geradora dos estados de tempo com neve. O estudo foi realizado em quatro etapas. A primeira etapa trata de uma breve avaliação da evolução do turismo em Gramado. A segunda analisa dados meteorológicos horários da estação automática do INMET instalada no município de Canela, com ênfase nas temperaturas propícias à ocorrência de neve. A terceira avalia a frequência de fluxos nas praças de pedágio próximas à Gramado. Por fim, o estudo trata da conclusão e apresentação dos resultados.

O levantamento de dados sobre turismo e história da cidade Gramado (RS), foi realizado com base bibliográfica de livros, dissertações, monografias, além de artigos e reportagens também obtidos em modo eletrônico. Foram utilizados também os calendários de eventos da cidade no período de 2009 a 2012.

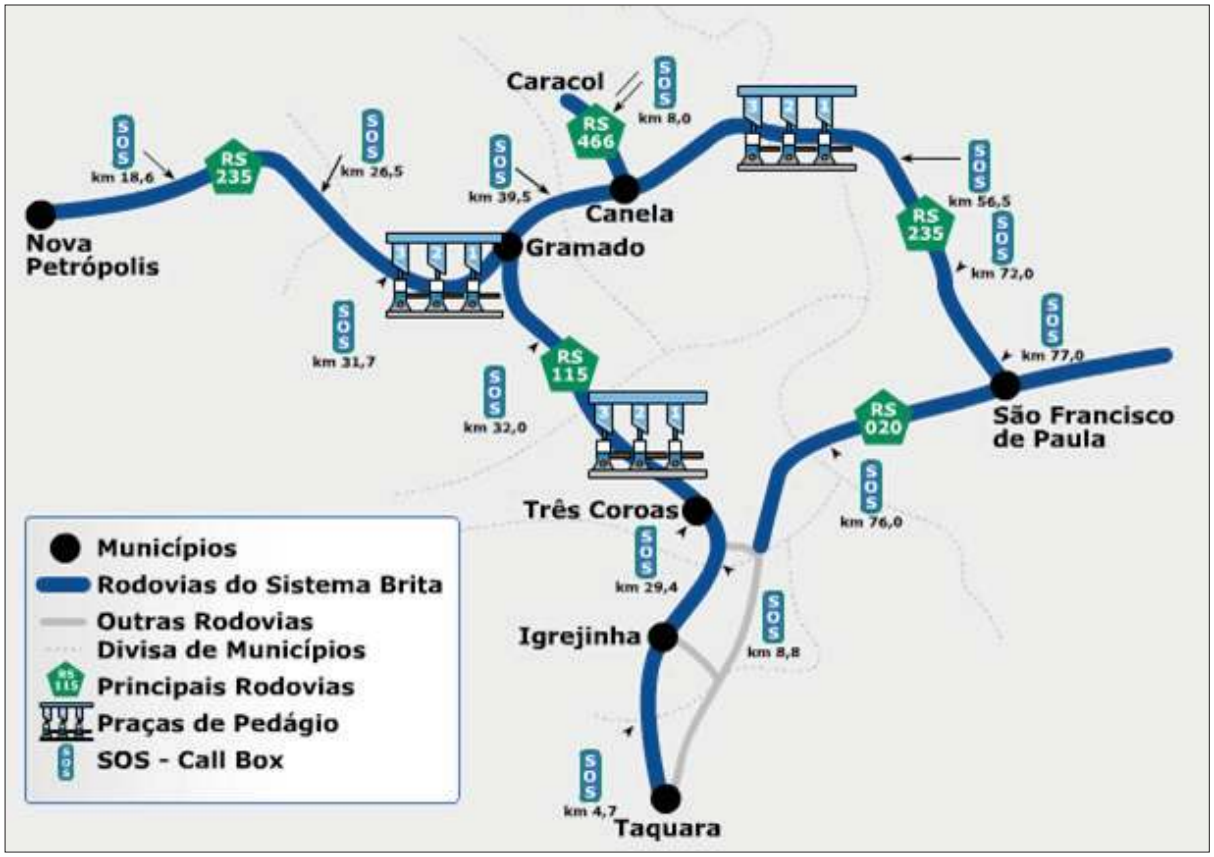
Neste estudo utilizaram-se os dados gráficos da estação automática da cidade de Canela (RS), pelo fato de não haver estação meteorológica do INMET na cidade de Gramado. A estação automática de Canela foi instalada em 23/08/2008 e está localizada a 29.3688ºS e 50.8274ºWGr e altitude 830m. Esta estação dista sete quilômetros do centro de Gramado e em altitude similar.

Os dados do período 01/01/2009 a 31/12/2012 foram obtidos no banco de dados do INMET. Destes anos foram selecionados apenas os meses de maio a setembro, quando as temperaturas são mais baixas, propícias à ocorrência de neve. O sistema não permite baixar os dados numéricos, mas gera gráficos dos quais foi possível extrair por datas, temperaturas menores ou iguais a 5 °C, além da umidade relativa do ar, precipitação e ponto de orvalho. Assim, os dados foram organizados a partir da leitura dos gráficos.

Para se deslocar até Gramado, a maior parte dos turistas passa com o veículo que os transporta por uma das praças de pedágio da Região das Hortênsias, tendo em vista

que não há aeroporto em Gramado (Figura 3). Os aeroportos mais próximos são os de Canela, Caxias do Sul e Porto Alegre. O primeiro recebe aviões de pequeno porte e particulares, tendo um fluxo restrito que não foi contabilizado nos dados de fluxo neste trabalho. O segundo e o terceiro aeroporto são mais distantes de Gramado e, obrigatoriamente, o turista vindo destes aeroportos terá que passar por uma das praças de pedágio.

Figura 3 – Croqui com localização das praças de pedágios na Região das Hortênsias



Fonte: Brita Rodovias, 2013

Na sequência, procedeu-se o levantamento dos dados de fluxo obtidos junto à Brita Rodovias S.A, responsável pelas três praças de pedágios que cercam Gramado. Os dados de fluxo de passantes pelo pedágio foram obtidos para todos os meses dos anos de 2009 a 2012. Isto facilitou a análise dos dados relativos ao período com possibilidade de ocorrência de neve (junho a setembro) no contexto anual.

Os dados das três praças foram somados e, em seguida, organizaram-se os dados de fluxo de veículo em gráficos para cada um dos meses de inverno de 2009 a 2012. Para compreender a relação entre fluxo de veículos e possibilidade de neve realizou-se a representação concomitante dos gráficos de fluxo de veículos em unidades de tempo cronológico diárias juntamente com os dados tabelados dos elementos fundamentais do

clima que propiciam a ocorrência de neve. Para facilitar a análise, além do dia do mês, também foi indicado o dia da semana.

Por fim, foi considerada a previsão anunciada de neve por um dos jornais de maior circulação no Rio Grande do Sul. Os dados foram retirados do histórico online do jornal Zero Hora, considerando-se os anos de 2010 a 2012 e listados (Quadro 1).

Tabela 1 – Previsão ou ocorrência de neve para o período 2010-2012, segundo o arquivo do jornal Zero Hora

2009	
01/jun	NEVE
02/jun	previsão
10/jun	previsão
11/jun	previsão
23/jun	previsão
24/jun	previsão

2010	
14/jul	previsão
03/jun	previsão
04/jun	NEVE
13/jun	previsão

2011	
25/jun	previsão
26/jun	previsão
02/jul	previsão
31/jul	previsão
02/ago	previsão
03/ago	NEVE
04/ago	NEVE
19/ago	previsão

2012	
04/jun	previsão
07/jun	previsão
08/jun	previsão
10/jul	previsão
12/jul	previsão
24/set	previsão
25/set	previsão
26/set	previsão

Fonte: Jornal Zero Hora, adaptado pelas autoras.

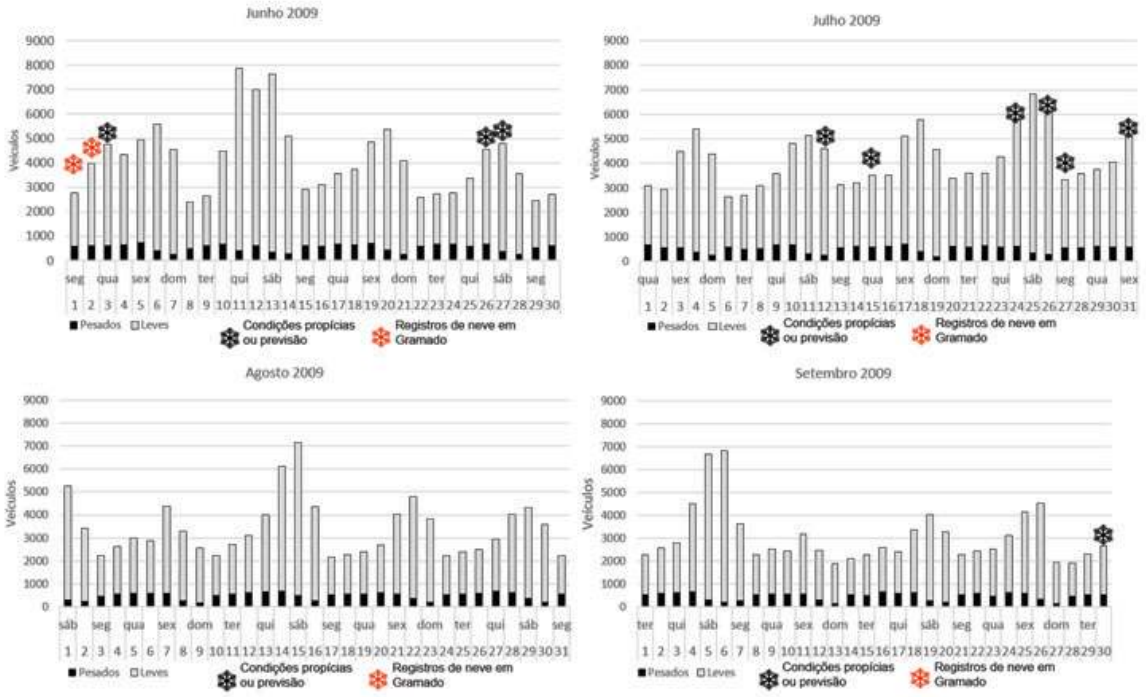
RESULTADOS – FLUXO DE VEÍCULOS E TURISMO DE INVERNO ENTRE 2009 E 2012

Nesta seção serão apresentados os gráficos mês a mês, do fluxo de veículos diários nas praças de pedágio, aos quais foram sobrepostos ícones de flocos de neve, segundo a seguinte classificação: em preto, para os dias propícios a neve ou prevista, ou um floco de neve em vermelho, para a neve efetivamente registrada. Tal ordenação objetivou avaliar a eficiência do fenômeno atmosférico – neve – no fluxo de veículos que passaram pelo pedágio.

Apesar de ser considerada possível a ocorrência de neve no mês de maio, em nenhum dos anos do período analisado as temperaturas foram suficientemente baixas para tanto. Em alguns meses do período considerado também não houve registros de temperatura suficientemente baixa para possibilitar neve.

Na Figura 4, apresenta-se a sequência, por dia da semana, dos dados de fluxo de veículos (pesados e leves empilhados na coluna), da ocorrência de neve e de dias propícios à neve ou de dias que a imprensa tenha previsto o fenômeno no ano de 2009 (indicado pelo ícone da neve).

Figura 4 – Fluxo de veículos nas Praças de Pedágio próximas a Gramado em junho a setembro de 2009



Fonte: INMET – Estação Meteorológica de Canela; Brita Rodovias S.A e Arquivo Zh.

O gráfico de junho de 2009 mostra que a ocorrência de neve Dia 1° e 2 de junho, de segunda à quarta, coincide com o maior fluxo de veículos para estes dias da semana em todo o mês; porém os maiores fluxos de veículos do mês ocorreram nos finais de semana e, principalmente, no período compreendido entre os dias 10 e 14. Este crescimento está ligado ao feriado de Corpus Christi, dia 11, o Dia dos Namorados, dia 12, e eventos relacionados no período, como o Festival Mundial de Publicidade de Gramado e o Congresso de Educação. Outros dias que apresentaram temperaturas propícias à neve foram os dias 26 e 27, sexta e sábado, dias que tiveram o maior fluxo de veículos nesta semana que, no entanto, foi a de menor fluxo no mês. O fluxo total mensal de passantes no pedágio em julho foi de 125.175 veículos.

Julho de 2009 apresentou ligeiro aumento no fluxo total, com 129.144 veículos, e a distribuição ao longo do mês manteve um padrão, com fluxos maiores nos finais de semana (de sexta a domingo).A partir de meados do mês, houve um ligeiro aumento de fluxo de veículos, mesmo durante a semana, em função da correspondência com as férias escolares e o Festival de Inverno. Além disso, os dias de frio intenso sucessivos ocorreram entre 24 e 27. O dia 24, que foi uma sexta feira, assim como o sábado e o domingo subsequente, foram os dias de tráfego mais intenso neste mês.

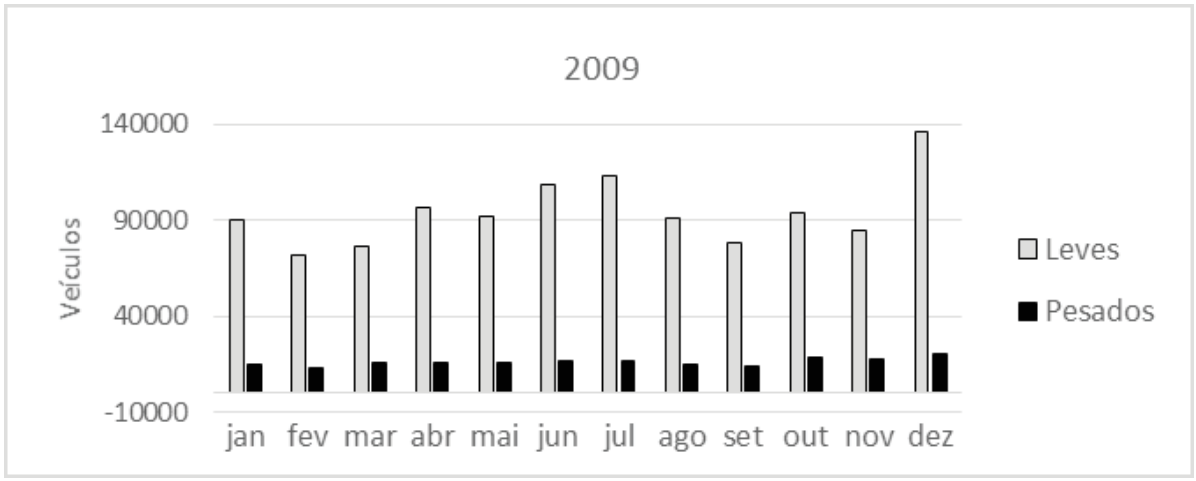
O mês de agosto de 2009 não apresentou temperaturas que propiciassem à ocorrência de neve. O total mensal de passantes no pedágio diminuiu em relação a julho, com 105.806 veículos. O fluxo durante a semana voltou a ficar menor em relação

à segunda quinzena de julho, contudo o padrão de fluxo alto no fim de semana se manteve. O 37.° Festival de Cinema de Gramado é o grande responsável pelo maior fluxo do mês no período dos dias 9 a 15, este último sendo o dia em que se registrou o maior fluxo.

Em setembro de 2009, o dia 30 foi o único a apresentar temperatura menor que 5 °C no mês. O ápice de fluxo de veículos, no entanto ocorreu no período dos dias 4 a 7, fim de semana prolongado em função do feriado da Independência, ocorrido na segunda feira. O fluxo total de veículos do mês foi o menor do inverno, com 92.100 veículos.

Em termos de movimento anual nos pedágios (Figura 5), constatou-se que houve um aumento no fluxo de veículos leves nos meses de inverno de 2010, com um máximo em julho, porém, o fluxo mais intenso de veículos nos pedágios do entorno de Gramado (156.103 veículos), ocorreu em dezembro, mês central do "Natal Luz", evento que ocorre do fim de outubro a meados de janeiro.

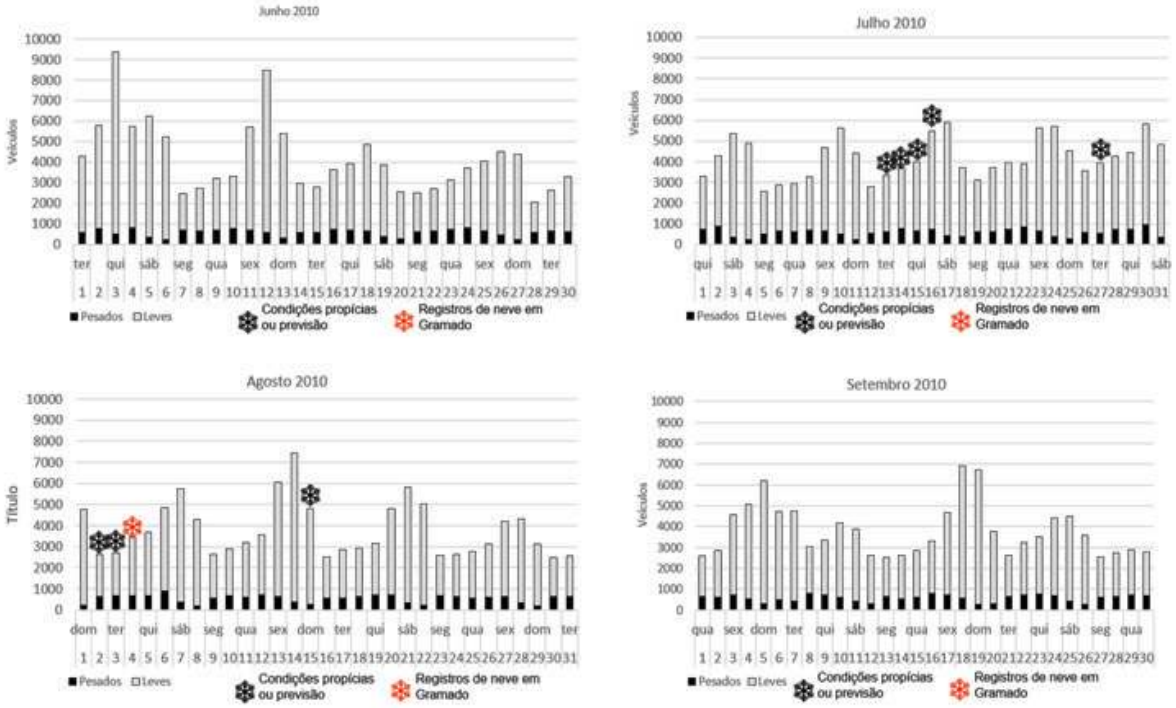
Figura 5- Fluxo mensal de veículos nas praças de pedágio em 2009



Fonte: Brita Rodovias

Na figura 6, apresenta-se a sequência, por dia da semana, dos dados de fluxo de veículos, registro de neve ou de dias propícios ao fenômeno no ano de 2010.

Figura 6 – Fluxo de veículos nas Praças de Pedágio próximas a Gramado de junho a setembro de 2010



Fonte: INMET – Estação Meteorológica de Canela; Brita Rodovias S.A e Arquivo Zh.

Em junho de 2010 não se registrou ocorrência de dias de frio intenso. O grande destaque é o dia 3, uma quinta-feira com grande fluxo de veículos, correspondente ao início do evento "Salão Internacional do Calçado". No sábado dia 12, o grande fluxo de veículos refletiu a passagem dos enamorados por Gramado, dada a aura de romantismo que se criou em torno deste polo turístico. No total, 125.581 veículos passaram pelos pedágios do entorno de gramado neste mês.

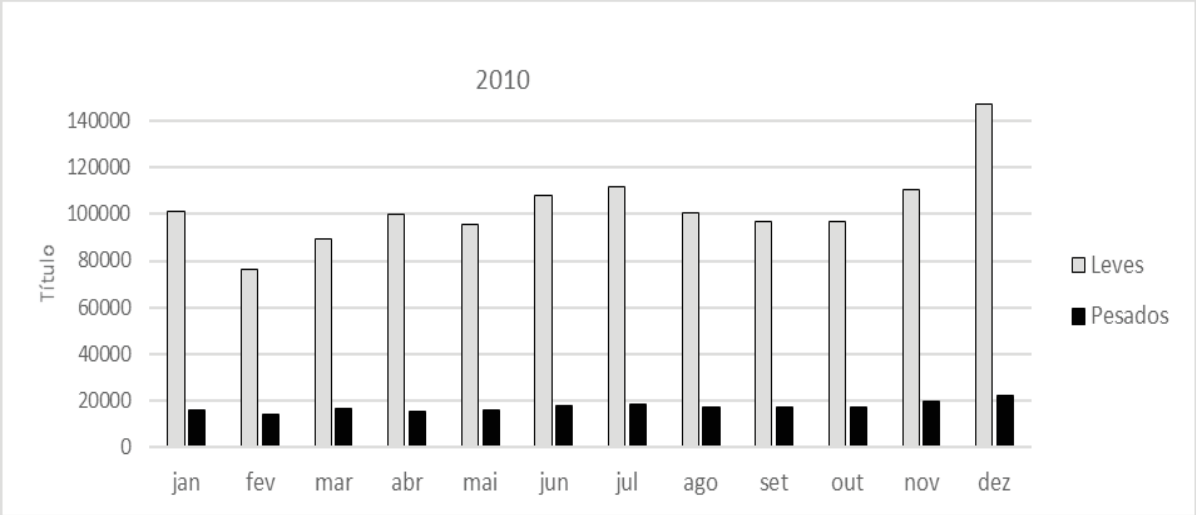
Em julho de 2010 ocorreram vários dias seguidos de baixas temperaturas, mesmo assim não houve registro de neve. Apesar de ser o mês de férias escolares, o fluxo de veículos foi similar ao ano anterior (130.445 veículos), mas distribuído ao longo de todo o mês, com ligeiros aumentos de fluxo nos finais de semana. Nos dias 13 a 16 a temperatura se mantém inferior a 5 °C, com previsão de neve Dia 14, resultando um aumento do fluxo no fim de semana do dia 17 e 18.

Em agosto de 2010, foi registrada neve no Planalto da Neve nos dias 2, 3 e 4 de agosto. Em Gramado, registros fotográficos mostraram a ocorrência dia 4.Apesar disso, não houve aumento substantivo do fluxo no final de semana subsequente (7 e 8).Dia 13 ouve previsão de neve, mas a temperatura caiu dia 15 e não ocorreu neve. O fim do Festival de Cinema de Gramado (6 a 14), como no ano anterior, volta a ser o responsável pelo maior fluxo do mês. O fluxo total mensal nos pedágios foi de 117.679 veículos.

Em setembro de 2010, não houve registro de temperaturas propícias à neve e fluxo do mês é padrão, com um aumento nos finais de semana e um fluxo total mensal de 113.928 veículos passantes nos pedágios.

Em termos de movimento anual nos pedágios, constata-se através da Figura 7, que houve um aumento no fluxo de veículos leves nos meses de inverno de 2010, com um máximo em julho. O fluxo mensal mais intenso de veículos nos pedágios do entorno de Gramado (156.103 veículos) ocorreu no mês dezembro, mês em que ocorre o auge do evento "Natal Luz".Nota-se também que, os meses de novembro e janeiro, que abrangem também o período do "Natal Luz" apresentaram altas próximas aos meses de junho e julho.

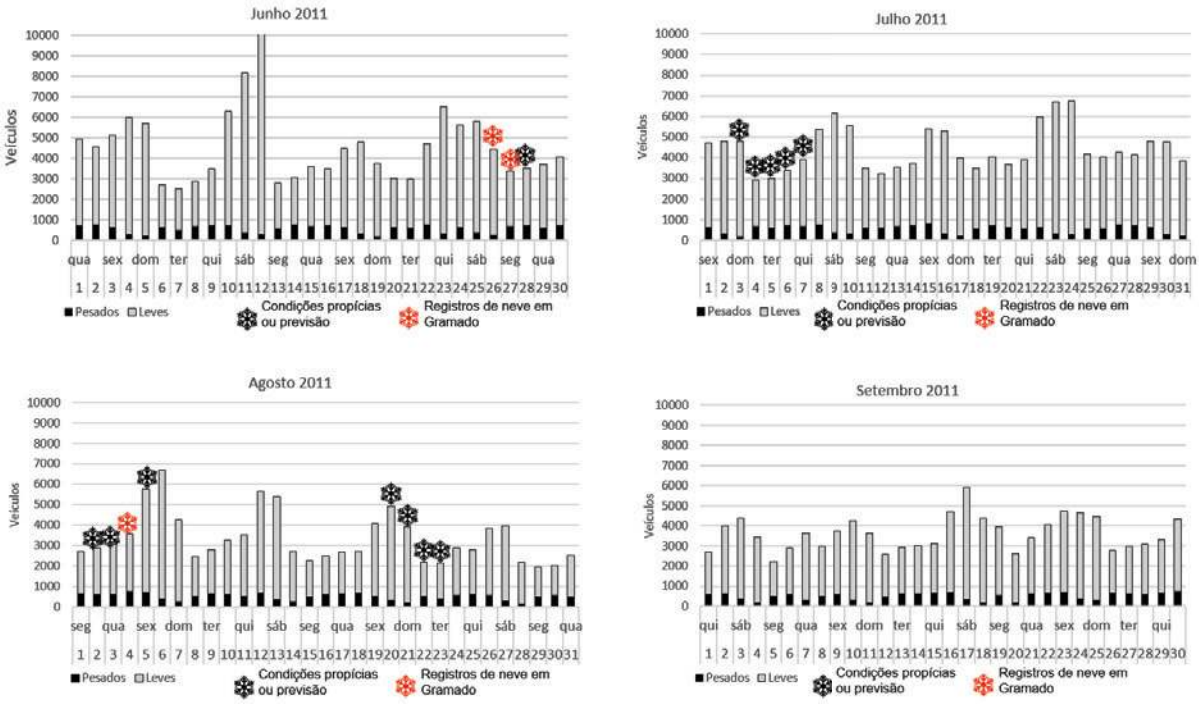
Figura 7 – Fluxo mensal de veículos nas praças de pedágio em 2010



Fonte: Brita Rodovias

Na Figura 8, apresenta-se a sequência, por dia da semana, dos dados de fluxo de veículos, de ocorrência de neve, previsão ou ainda de condições propícios ao fenômeno no ano de 2011.

Figura 8 – Fluxo de veículos nas Praças de Pedágio próximas a Gramado de junho a setembro de 2011



Fonte: INMET – Estação Meteorológica de Canela; Brita Rodovias S.A e Arquivo Zh.

Em junho de 2011, como anunciada a previsão, nevou no domingo 26 e Dia 27. Mesmo assim, não foi este o dia de maior fluxo de veículos. Neste ano, novamente o dia dos Namorados movimenta a cidade, chegando a quase dez mil o fluxo de veículos leves. O feriado de Corpus Christi dia 23, também foi agente responsável para um aumento na semana. Para os dias 25 e 26 houve previsão de neve edia 27 as temperaturas foram mais propícias. O dia 27 foi a segunda-feira mais movimentada do mês nas praças de pedágio. No total, 136.257 veículos passaram pelos pedágios do entorno de gramado neste mês.

Como já observado nos anos anteriores, o fluxo de veículos nos pedágios no mês de julho foi um pouco superior ao mês de junho, com 138.063 veículos no total. O fluxo neste mês foi também mais constante durante a semana, por ser período de férias escolares, com valores mais significativos na segunda quinzena do mês. Do dia 3 ao dia 7, as temperaturas foram propicias a neve e houve previsão para tal, causando um aumento no fluxo gradativamente no período até o fim de semana. O Congresso Internacional de mobilidade Urbana – 20 a 23, também movimentou a cidade.

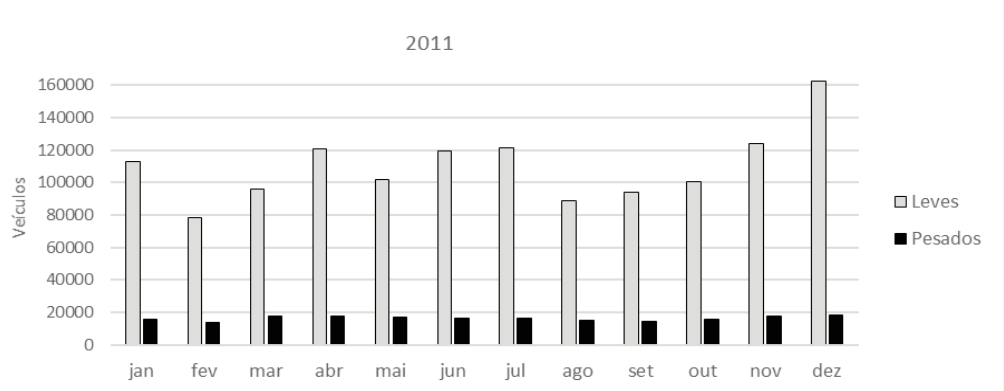
Em agosto de 2011, ocorreu previsão de neve para os dias 3 e 4, sendo registrada sua ocorrência em várias cidades do Planalto da Neve, inclusive em Gramado. Entre os dias 3 a 5 as temperaturas foram propícias a ocorrência do fenômeno, proporcionando aos dias 5, 6 e7 (sexta-feira, sábado e domingo) um elevado fluxo de veículos. Este aumento

de fluxo tem como incremento o fato de ser o quinto dia útil do mês. Ao chamamento para a neve veiculado nos meios de comunicação juntou-se o início do 39.° Festival de Cinema, ocorrido de 6 a 13 de agosto neste ano. Para o dia 19 ocorreu previsão de neve e as temperaturas foram propícias a sua ocorrência nos dias 20 e 23, coincidindo justamente com o fim de semana. Mesmo assim, neste fim de semana o fluxo não foi o mesmo dos dois fins de semana que o antecederam. No total, 104.359 veículos passaram pelos pedágios do entorno de gramado neste mês.

Em setembro de 2011 não ocorreram temperaturas propícias à neve, a variação do fluxo turístico no pedágio ocorreu em decorrência de eventos na cidade. O feriado da Independência ocorreu no meio da semana (quarta-feira), propiciando um fluxo maior que o normal para um dia de semana. O mês apresentou um fluxo total de 108.753 veículos nas praças de pedágio.

Em termos de movimento anual nos pedágios, constata-se através da figura 9, que os meses de junho e julho 2011 estão entre os de maiores fluxos, porém neste ano também o mês de abril também despontou com valores similares. Neste ano, a páscoa foi relativamente tarde (em 24/04/2011) e a "Chocofest", outro evento tradicional na cidade, provocou um aumento no fluxo de veículos entre os dias 7 a 24 de abril. Mesmo assim, o fluxo mensal mais intenso de veículos nos pedágios do entorno de Gramado (180.905 veículos) ocorreu novamente no mês dezembro, devido ao evento "Natal Luz", que também que fez aumentar os fluxos nos meses de janeiro e novembro.

Figura 9 – Fluxo mensal de veículos nas praças de pedágio em 2011



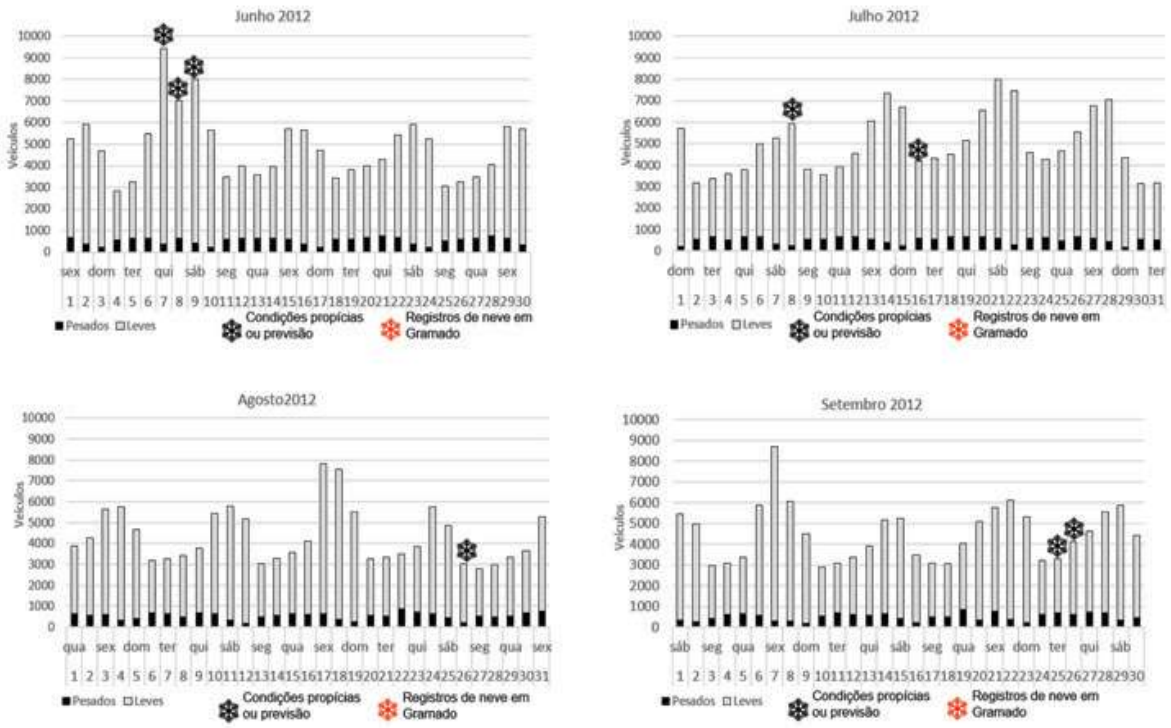
Fonte: Brita Rodovias

Na figura 10, apresenta-se a sequência, por dia da semana, dos dados de fluxo de veículos, de ocorrência de neve, previsão ou ainda de condições propícios ao fenômeno, para os meses frios no ano de 2012.

Em 2012, o mês de junho teve um fluxo turístico maior. Para os dias 4 e 7 houve previsão de neve e, para os dias 7 e 8, quando as temperaturas realmente despencaram, continuava a previsão. Estas previsões coincidiram com o Feriadão de Corpus Christi (07/06), definindo o fluxo mais significativo do mês, chegando próximo aos

dez mil veículos no feriado. Nos dias 10 a 12 a neve foi anunciada pelas previsões, porém as temperaturas não indicaram. Neste ano, mesmo com a previsão de neve, o "Dia dos Namorados" não fez aumentar o fluxo de veículos, porque a data caiu numa segunda-feira. Afora o feriado de Corpus Christi, o restante do mês o ritmo voltou ao padrão (3.500 veículos/dia no início e 5.500 veículos/dia no fim de semana). O total de veículos passantes nos pedágios do entorno de Gramado para junho de 2012 foi de 146.073 veículos.

Figura 10 – Fluxo de veículos nas Praças de Pedágio próximas a Gramado de junho a setembro de 2012



Fonte: INMET – Estação Meteorológica de Canela; Brita Rodovias S. A e Arquivo Zh.

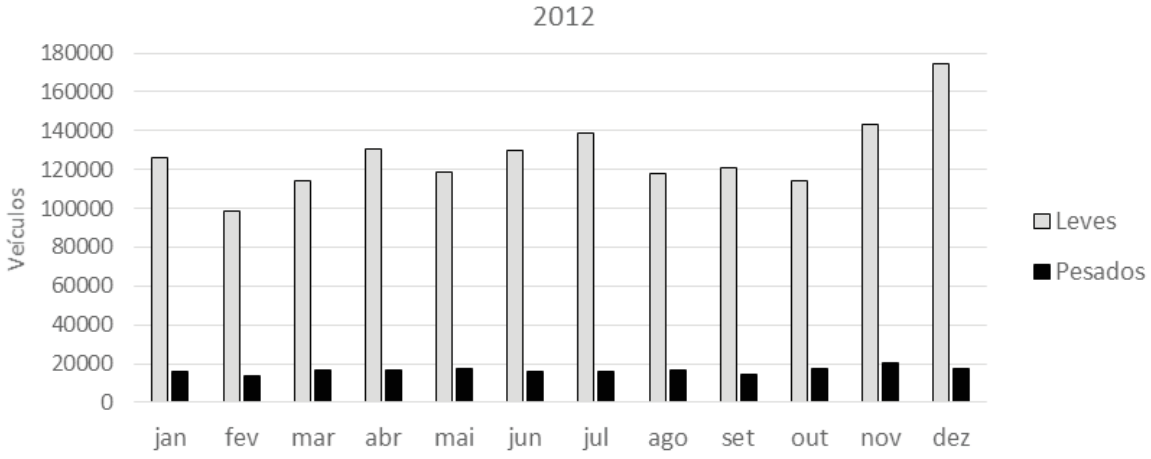
Dia 30 de junho de 2012, iniciou o evento "Estação Gramado" que transcorreu deste dia até 29 de julho. Pode-se observar que durante o período deste evento, somente dois dias apresentam temperaturas menores ou iguais a 5 °C. A variação de fluxo de veículos durante o "Estação Gramado", apesar das férias escolares não foi muito diferente do mês anterior, só apresentou ligeiro aumento dos fluxos entre as quintas e os domingos. O fluxo total do mês foi 155.435 veículos.

Em agosto de 2012, houve registro de temperatura propícia à neve somente Dia 20. O 40° Festival de Cinema ocorreu entre os dias 10 a 18, período em que também se registrou o maior fluxo de veículos nas praças de pedágio. O total mensal foi de passantes pelo pedágio foi de 134.505 veículos.

Em setembro de 2012, houve novamente um fim de semana prolongado em função do feriado da Independência ocorrido na sexta-feira. Este foi também o fim de semana de maior incremento no fluxo de veículos nas praças de pedágio. A ocorrência de temperatura inferior a 5 °C, com previsão de neve, ocorrida Dia 26, não apresenta alteração de fluxo. Setembro então é marcado por fluxo padrão, ou seja, máximo nos finais de semana e mínimo nas segundas e terças-feiras, perfazendo um total mensal de 135.549 veículos.

Em termos de movimento anual nos pedágios, constata-se através da Figura 11 que, no ano de 2012, houve um incremento geral no fluxo de veículos leves neste ano. Nos meses de inverno de 2012, com um máximo em julho. O fluxo mensal mais intenso de veículos nos pedágios do entorno de Gramado (192.157veículos) ocorreu no mês dezembro, mês do auge do evento "Natal Luz", efeito que se estende para os meses de novembro e janeiro.

Figura 11 – Fluxo mensal de veículos nas praças de pedágio em 2011



Fonte: Brita Rodovias

Nos anos 1940 a atividade turística em Gramado em nada se assemelhava ao que é o turismo hoje. Tinha como meio de transporte o trem, os empreendedores e a maioria dos turistas eram de origem germânica, os atrativos eram o clima mais ameno no verão, a paisagem e a tipologia de lazer era de veraneio, em balneários voltados a recuperação da saúde, portanto um turismo distante do turismo cultural e de negócios que movimentam o *trade* turístico da Serra em nossos dias.

Em agosto de 1978, quando Gramado estava se reestruturando para o turismo e no ano em que o Festival de Cinema passou a ganhar maior notoriedade no cenário nacional, ocorreu uma forte nevasca na cidade que chamou turistas de várias cidades do país e do exterior (VALDUGA, 2007, p. 151). Visto que o Brasil é marcado pela dominância do clima tropical, por belas praias e "sol o ano inteiro", Gramado

se diferencia neste contexto, tanto pela temperatura quanto pela identidade criada anteriormente. Seu clima é marcado pela possibilidade de sentir frio e ocorrência de neve. Assim, segundo Dornelles (2001, p. 115) se cria a imagem de que o frio e a neve são outros produtos a serem consumidos e experienciados em Gramado (Figura 12), sendo responsável por atrair muitos turistas e visitantes, desejosos de fugir do clima típico de suas cidades de origem. Nos meses de inverno são frequentes geadas e nevoeiros, mas a neve é, de fato, um fenômeno raro. Nos quatro anos de análise houve seis ocorrências.

Figura 12 – Bonecos e globo de neve na Estação Gramado 2013

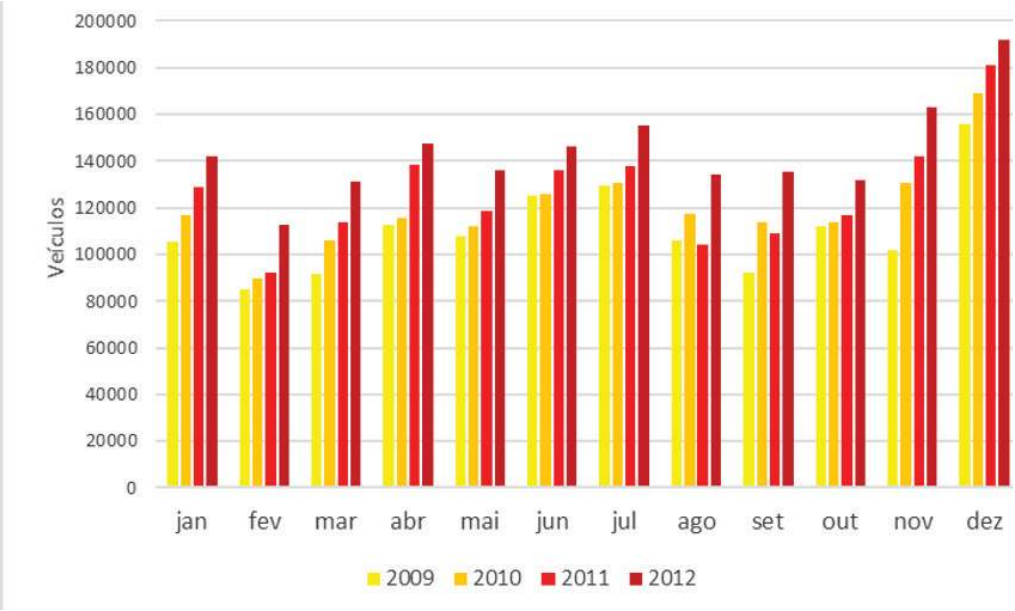


Fonte: Zero Hora, 29/06/2013 e 30/06/2013.

Assim, em Gramado têm-se cada vez mais, com a falsificação do evento neve, o que Milton Santos (1992) considerou o triunfo da apresentação sobre a significação, ainda que, até há alguns anos atrás, as imagens tenham demandado uma sustentação no processo natural e em sua recorrência.

Atualmente, Gramado/Canela destacam-se como o polo turístico do Rio Grande do Sul mais procurado pelo turista brasileiro durante todo o ano e, como destino de inverno, são uma referência para o Brasil. Isto também fica claro no gráfico da figura 13, a linha de tendência mostra que, no geral, os fluxos de veículos de todos os meses do ano cresceram no período o analisado (2009-2012), que o mês de dezembro desponta como de máximo fluxo e que o mês de novembro apresentou um rápido crescimento de fluxo neste período, ficando em 2011 e 2012 à frente de julho, que anteriormente era o segundo mês de maior fluxo.

Figura 13 – Fluxo total mensal de veículos nas praças de pedágio de 2009 a 2012



Fonte: Brita Rodovias

Quando turistas chegam a Gramado, esperam presenciar a precipitação de neve, que como divulgam e anunciam os canais de comunicação e propagandas, ocorre frequentemente no período frio do ano. Muitas vezes são desapontados pela ausência de neve e, por vezes, até de frio. Em função disso, o trato mercantil do turismo tem criado atrativos em Gramado para suprir essa carência.

Um dos projetos mais recentes foi o "Snowland – Parque da Neve" inaugurado em 2013, que permite que o turista, através de um ingresso adquirido, aprecie os encantos da neve em qualquer estação do ano e sem precisar torcer por condições do tempo favoráveis. Este parque de neve *indoor*, com mais de 7,2 mil metros quadrados dedicados ao frio, oferece mais de trinta atrações aos turistas. Portanto, agora o fenômeno natural está cedendo lugar a neve como artefato.

CONCLUSÃO

Ao longo do presente trabalho procurou-se estabelecer uma síntese integradora da relação clima x turismo, fundamentada nos dados meteorológicos e de fluxo de veículos do entorno da cidade de Gramado.

Com seu território localizado, boa parte no "Planalto de Neve", Gramado é focalizada pela imprensa em função da ocorrência/possibilidade de neve. O número de dias dos anos com precipitação de neve é fortemente controlado pela elevação do terreno. Segundo Schmitz (2007, p. 50), entre as cotas altimétrica de 600m e 900m, a ocorrência é episódica e difusa, em média com 0,5 dia por ano de precipitação nival. É nesta cota que se encontra

a cidade de Gramado, com 830m. Em determinadas cidades do Rio Grande do Sul, em altitudes acima dos 900m, a possibilidade de neve é maior, porém o acesso e a infraestrutura das cidades "limitam" o turismo. A acessibilidade por vias terrestres pavimentadas parece ser o aspecto fundamental para se destacar na mídia e na divulgação do "turismo da neve". Por essa, razão Gramado acaba polarizando o turismo de inverno no Brasil, como mostrou o prêmio "O melhor de viagens e turismo 2012/2013", na opinião dos leitores da revista VIAGEM E TURISMO, tendo como referências, o frio, as pousadas, os hotéis, a boa comida, a hospitalidade, a possibilidade de compras e a segurança.

A hipótese deste trabalho era de que baixas temperaturas fizessem aumentar significativamente o fluxo turístico para Gramado. Os dados mostraram que temperatura inferior ou igual a 5 °C pode ocorrer de junho a setembro, de forma não contínua. O fluxo de veículos apresenta maiores valores nos finais de semana e feriados chegando próximo aos dez mil veículos em algumas datas, durante o período observado. Segundo a análise dos gráficos de fluxo de veículos justapostos aos de condições meteorológicas para a ocorrência de neve, a relação hipotética não se confirma de modo direto. Houve períodos de baixas temperaturas anunciadas e ocorridas, que realmente fizeram aumentar o fluxo de veículos, no entanto, foram períodos em que também ocorreram feriados mais prolongado, datas comemorativas ou um evento importante na cidade. Baixas temperaturas no início da semana, dificilmente significaram aumento de fluxo.

Em junho o feriado de Corpus Christi e o dia dos Namorados fazem aumentar significativamente o fluxo. No mês de julho a dinâmica de fluxos se intensifica nas segunda e terceira semana, relacionado as férias escolares e o evento "Estação Gramado". Em agosto o fluxo maior ou menor de veículos relaciona-se principalmente aos fins de semana em que ocorre o Festival de Cinema. Nos meses de junho e setembro, o fluxo maior normalmente ocorre no primeiro final de semana após o dia 5, dia de recebimento de salários da maioria das categorias.

Em Gramado, mesmo que a neve não seja um fenômeno frequente, o turista é levado a lembrar dela visualmente. O fenômeno climático se transformou em simbólico, através dos bonecos de neve, da casa do Papai Noel, dos cartões postais da cidade. Segundo Dorneles (2001, p. 144) a neve passou a ser um ícone de identificação da serra gaúcha e de diferenciação em relação a outras regiões do país, onde este fenômeno não ocorre. Além disso, como não é possível presenciar o fenômeno natural da neve em todo o período de inverno, é preciso lembrar, através da divulgação de imagens, os cenários com neve ainda que estas estejam desatualizados, criar cenários durante este período que se refiram ao fenômeno, como os criados para a "Estação Gramado 2013", ou produzir neve artificial.

Gramado é mais que um destino de inverno, apresenta um grande calendário de eventos atrativos. Mesmo em eventos como o Natal Luz, que determina o maior fluxo de veículos nas praças de pedágio como foi observado, remetem à neve, como as renas, o papai Noel todo enroupado, entre outros elementos. Sendo assim, a neve deixa de ser um fenômeno meteorológico possível de ocorrer no inverno e passa a ser uma possibilidade aditivo-econômico.

REFERÊNCIAS REFERÊNCIAS

ARAUJO, L. C. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: Diretoria de Meteorologia. 1930. 100p.

BARRETO FILHO, A. Marketing turístico para o espaço urbano: comentários acadêmicos e profissionais. In: CASTROGIOVANNI, A. C.; GASTAL, S. (Orgs.).**Turismo urbano**: cidades, *sites* de excitação turística. Porto Alegre: s. n., 1999. pp. 74-83.

BATTAN, Louis J. Precipitation. In: OLIVER, John E. e FAIRBRIDGE, Rhodes.W. **The encyclopedia of climatology.** Canadá: Van Nostrand. 1987, pp. 688-900

BRITA RODOVIAS. **Polo de Concessão Rodoviária de Gramado**. Disponível em: <http://www.britarodovias.com.br/index.php/> Acesso em: 5 mar. 2013.

CLICRBS (Rede Brasil Sul de Comunicações) – **Central de Meteorologia**. Disponível em:<http://wp.clicrbs.com.br/centraldemeteorologiadarbs >. Acesso em: maio 2013.

DORNELES, Edson B. **Gramado:** a produção e consumo de uma imagem de cidade europeia no sul do Brasil. 2001. 172 f. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social). Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,(UFRGS) Porto Alegre, 2001.

FUENTES, Márcia A. **Dinâmica e Padrões da Precipitação de Neve no Sul do Brasil**. 2009, 191 f. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2009.

HAUSMAN, Abrão. **Climatologia do Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria Estadual da Agricultura, 1956. 12p.

IBGE. Cidades. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/index.php> Acesso em: 2 jun 2013.

INMET. Estações automáticas. Disponível em:<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php> Acesso em: 2 jun 2013.

_____. Glossário. Disponível em:<http://www.inmet.gov.br/portal/ > Acesso em: jul.2013.

NERY, Jonas T, CARFAN Ana C. **Glossário de termos técnicos em meteorologia e climatologia**. Jundiaí: Paco Editorial, 2013. 416p.

SANT'ANNA NETO, João L. A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. **Geografia**,Londrina, UEM, v.11,n. 2, pp. 321-328, jul.-dez. 2002.

SANTOS, Milton. A redescoberta da Natureza. **Estudos Avançados**, v. 6 n. 14, pp. 1-15, 1992. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/ea/v6n14/v6n14a07.pdf > Acesso em: dez. 2016.

SCHMITZ, Cláudio M. **A neve no Rio Grande do Sul.** 2000. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso. ( ) Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2000.

_____. A.**Precipitação de neve no Brasil Meridional.** 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre,2007.

SOUZA, Rodolfo. O. Algumas considerações sobre a neve no Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA,4., 1991, Porto Alegre.**Anais...**, v. 1, pp. 469-477.

_____. **A Ocorrência de Neve em Planaltos Subtropicais.** 1997. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas,Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

VALDUGA, M. C. **Desmitificando um Modelo de Desenvolvimento: A Formação da Sociedade do Turismo na Periferia do Capitalismo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Turismo). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2007.

VIANELLO, Rubens. L.; ALVES, Adil R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1991. 449p.

WOLFF, Nilson p. **A neve no Brasil.** Porto Alegre: Evangraf, 2005. 388p.

_____. **Causas e consequências da ocorrência de neve nas regiões sul e sudeste do Brasil.** 2001. 124 f. Monografia. (Curso de Estudos Sociais – Geografia), UNILASALLE, Canoas, 2001.

ZERO HORA. Especial neve. Disponível em:<http://www.clicrbs.com.br/zerohora/swf/especial_neve/> Acesso: 8 ago 2013.

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

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E O OLHAR GEOGRÁFICO: ESTUDO DE CASO DAS OCORRÊNCIAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (SÃO PAULO) E IMPLICAÇÕES NA SOCIEDADE

ATMOSPHERIC DISCHARGES AND THE GEOGRAPHIC ASPECT: CASE STUDY OF THE OCCURRENCES IN THE HYDROGRAPHIC BASIN OF THE PARAÍBA DO SUL (SÃO PAULO) RIVER AND IMPLICATIONS IN THE SOCIETY

RELÁMPAGOS Y EL ASPECTO GEOGRÁFICO: ESTUDIO DE CASO DE LAS OCURRENCIAS EN LA CUENCA DEL RIO PARAÍBA DO SUL(SP) E IMPLICACIONES EN LA SOCIEDAD

Elder Bortolin
elderbortolin.usp@gmail.com

Emerson Galvani
Universidade de São Paulo
Faculdade de Filosofia, Letra e Ciências Humanas
Departamento de Geografia
egalvani@usp.br

Resumo: Realizou-se um estudo da ocorrência de descargas atmosféricas, popularmente conhecidas como raios, na região de maior ocorrência do fenômeno dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (São Paulo), em descargas por km²/ano. Analisaram-se as formas e implicações dessas ocorrências na sociedade com base nos números e nas circunstâncias dos óbitos. A base de dados utilizadas foi obtida junto ao Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) em uma série temporal de 13 anos, analisando o período de 1998 a 2011. Como resultados, foi possível observar regiões com maior incidência de relâmpagos dentro da área analisada. E também foi possível, dentro desse recorte, visualizar os municípios onde se tem as maiores ocorrências de óbitos por descargas atmosféricas. Análises de como ocorrem esses óbitos, quais são as circunstâncias e quais são os potenciais fatores que colocam a população em risco, também entram nos resultados alcançados. A principal causa do elevado número de óbitos por descargas atmosféricas no país ainda é reflexo de uma falta de conscientização da população com relação às formas

de manifestação desses fenômenos elétricos da atmosfera, bem como das formas de se proteger dos mesmos. Os avanços no entendimento de como ocorrem as fatalidades por descargas atmosféricas no país ajudam a direcionar medidas de proteção para a população. Ao entender a dinâmica das ocorrências de óbitos, é possível criar políticas de prevenção e materiais educativos voltados para a realidade nacional. Se os maiores números de óbitos ocorrem no setor rural, com trabalhadores do campo, é possível direcionar programas de proteção para esse setor da sociedade.

Palavras chave: Descargas Atmosféricas, Relâmpagos, Tempestades, Rio Paraíba do Sul, Óbitos.

Abstract: We conducted a study of the occurrence of atmospheric discharges, popularly known as rays, in the region of highest occurrence of the phenomenon within the Hydrographic Basin of the Paraíba do Sul (São Paulo), in flashes per km² / year. The forms and implications of these occurrences in society were analyzed on the basis of the numbers and circumstances of the deaths. The data base was obtained from the Atmospheric Electricity Group (ELAT) in a time series of 13 years, analyzing the period from 1998 to 2011. As a result, it was possible to observe regions with the highest incidence of lightning within the analyzed area. It was also within this clipping, view the counties where we have the highest occurrences of death by lightning. Analysis of how these deaths occur, what are the circumstances and what are the potential factors that put the population at risk, also enters the achievements. The main cause of the high number of deaths due to atmospheric discharges in the country still reflects a lack of awareness of the population regarding the manifestations of these electrical phenomena of the atmosphere, as well as ways of protecting themselves from them. The advances in the understanding of how the fatalities due to atmospheric discharges in the country help to direct measures of protection for the population. By understanding the dynamics of death occurrences, it is possible to create prevention policies and educational materials geared to the national reality. If the largest numbers of deaths occur in the rural sector, with farmers, it is possible to target protection programs for this sector of society.

Key-words: Atmospheric Discharges, Lightning, Storms, Rio Paraiba do Sul, Deaths.

Resumen: Estudio de la ocurrencia de los relámpagos, popularmente conocida como rayos, en la región de mayor ocurrencia del fenómeno dentro de la cuenca hidrográfica del Río Paraíba do Sul, en las descargas por cuadrado km / año. El análisis de las formas y las consecuencias de estas ocurrencias en la sociedad sobre la base de los números y las circunstancias de las muertes. Como resultado, fue posible observar regiones con la mayor incidencia de un rayo en la zona analizada. También era posible, dentro de este corte, ver las ciudades donde tenemos las más altas incidencias de muertes por un rayo. El análisis de cómo se producen estas muertes, cuáles son las circunstancias y cuáles son los posibles factores que ponen a las personas en situación de peligro, también entran en los resultados. La principal causa del elevado número de muertes por rayos

en el país sigue siendo un reflejo de la falta de conciencia pública con respecto a las manifestaciones de estos fenómenos eléctricos en la atmósfera, así como maneras de protegerlos. Los avances en la comprensión de cómo las víctimas mortales se producen por un rayo en el país ayudan a las medidas de protección directa para la población. Mediante la comprensión de la dinámica de los casos muertes, es posible crear políticas de prevención y materiales educativos orientados a la realidad nacional. Si un mayor número de muertes se producen en las zonas rurales, con los trabajadores en el campo, es posible dirigir los programas de protección para este sector de la sociedad.

Palabras clave: Relámpago, Rayos, Tormentas, Río Paraíba do Sul, Muertes.

INTRODUÇÃO

Na história da humanidade e nas mais diversas culturas, fenômenos naturais que se mostravam implacáveis, extraordinários e que causavam grande temor e respeito, eram sempre relacionados à fúria de deuses, cujo objetivo era julgar e castigar aquelas sociedades que não estariam cumprindo seus desejos e vontades. Com o progresso da ciência, se colocando como fonte de explicação racional para o entendimento do mundo, essas crenças cederam espaço a conceitos e teorias científicas.

Os estudos dos fenômenos atmosféricos, ao longo da história da ciência, evoluíram em larga escala nos diversos ramos acadêmicos: Física, Geografia, Biologia, Oceanografia, Meteorologia, entre outros.

Os relâmpagos impactam na sociedade de muitas formas, com perdas econômicas, materiais, mas principalmente perdas humanas, vidas que são perdidas anualmente por descargas atmosféricas.

Ao analisar as ocorrências de óbitos por raios, este artigo faz uma exposição das tendências e padrões que nos permitem saber quem são as vítimas, ou seja, que segmentos da sociedade são mais vitimados por essas descargas atmosféricas.

Os avanços que se obtém ao analisar as tendências futuras do fenômeno, em conjunto com a coleta e observação dos dados de óbitos por relâmpagos, é a chave que nos permite, desde já, planejar políticas públicas de orientação e prevenção para a população, que ainda hoje é vitimada por muitas vezes se deixar levar por superstições e crenças.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil, com suas dimensões continentais, posicionado na região tropical do globo, está sujeito a uma enorme quantidade de raios por ano. Com uma proporção maior durante os períodos quentes e chuvosos do verão, anualmente as descargas atmosféricas fatalizam centenas de pessoas. Na maioria das vezes, o pouco conhecimento sobre o fenômeno e a crença em superstições e mitos são as principais condicionantes para esse elevado número de óbitos.

A escolha da região levou em consideração a possibilidade de atribuir um recorte que permitisse fazer uma análise tanto da ocorrência do fenômeno em si como observar também o número de óbitos. O recorte inicial assumido foi toda a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Dentro da bacia, os dados nos apresentaram regiões de maior interesse, ou seja, apresentavam maiores incidências de descargas atmosféricas. Essas ocorrências são de proporções tão elevadas quanto as que ocorrem nas regiões de maior incidência de relâmpagos no país, tais como o interior no Rio Grande do Sul e principalmente na região norte, com destaque no estado do Amazonas. Portanto, a área de análise desta pesquisa se limitou por dois trechos dentro da bacia do rio Paraíba do Sul. Toda a região do Vale do Paraíba do Sul, situada no estado de São Paulo, foi analisada em conjunto com a região do Médio Paraíba do Sul, que foi limitada na região de confluência do rio Paraíba do Sul com o rio Preto e Paraibuna, que ocorre no município fluminense de Três Rios. Assim como, essa região de pesquisa, foi possível incorporar na análise dois elementos importantes. O município com o maior número de ocorrências de descargas atmosféricas foi incluído neste trabalho, bem como também foi possível analisar uma região com municípios de grande densidade demográfica e forte desenvolvimento econômico, tanto industrial como agropecuário, que é a região do Vale do rio Paraíba do Sul.

Os relâmpagos são correntes elétricas de alta intensidade que ocorrem na atmosfera com duração típica de meio segundo, contendo uma trajetória em torno de 5 a 10 km. Possui ramificações que podem se estender tanto na vertical como na horizontal.

> O relâmpago é uma descarga elétrica de grandes proporções que ocorre na troposfera da Terra como consequência da eletrificação (separação de cargas elétricas) das chamadas nuvens de tempestade ou cumulonimbus. Tais nuvens apresentam elevado desenvolvimento vertical e horizontal, formação de gelo em altas altitudes (acima de 5-6 km) e fortes correntes verticais de vento (MACGORMAN, RUST, 1998; RAKOV, UMAN, 2003; NACCARATO, 2005).

A formação do aspecto visual de um relâmpago é devido ao rápido movimento dos elétrons de um ponto a outro (PINTO JR.; PINTO, 2008). Sua aparência sugere que ele seja uma descarga contínua, porém são curtos pulsos com duração de dezenas a centenas de microssegundos[1] e intensidade de até centenas de milhares de ampères[2], bem como de correntes com lentas variações com duração de dezenas a centenas de milissegundos[3] e intensidade de até centenas de ampères (PINTO JR.; PINTO, 2008).

É com a separação das cargas dentro das nuvens que surge um campo elétrico que é capaz de romper a rigidez dielétrica do ar. O relâmpago é o momento da ruptura, que ocorre em pontos específicos da nuvem, como uma forma de equilibrar novamente as cargas elétricas na atmosfera.

---

1 Um microssegundo equivale a um milionésimo de segundo.

2 Unidade de medida do SI de intensidade de corrente elétrica.

3 Um milissegundo equivale a um milésimo de segundo.

> Com o acúmulo de cargas, o campo elétrico intensifica-se dando origem às descargas atmosféricas ou relâmpagos, causados pela ruptura dielétrica do ar no interior da nuvem de tempestade (NACCARATO, 2001).

Ocorrem predominantemente em nuvens *cumulonimbus*, típicas de tempestades, mas podem ser observados em tempestades de areia ou neve, bem como em erupções vulcânicas, além de ser capaz de produzi-los artificialmente.

A terminologia raio é utilizada apenas para nomear a descarga elétrica que atinge o solo. "Raio é a designação coloquial para o caminho luminoso da descarga atmosférica, às vezes utilizada, mais formalmente, para designar uma descarga para o solo. " (MENDES JR.; DOMINGUES, 2002).

Os fatores que irão definir de que tipo é um relâmpago será o ponto em que ele se originou e o ponto em que ele se extinguiu.

Podemos fazer uma divisão em dois grandes grupos de descargas atmosféricas:

I) Manifestam-se somente na atmosfera, ou seja, o início e o fim ocorrem no ar;

II) Atingindo o solo;

Dentro da primeira categoria (I) é possível fazer uma subdivisão em três tipos de relâmpagos;

a) Os relâmpagos que se originam na nuvem e terminam em algum ponto do ar.

b) Relâmpagos que se iniciam em uma nuvem e terminam em outra nuvem

c) Relâmpagos que ocorrem dentro da nuvem.

São os relâmpagos mais frequentes que ocorrem no planeta. Representam cerca de 70% da quantidade total de descargas atmosféricas (PINTO JR.; PINTO, 2008). Essa alta frequência é basicamente relacionada ao fato de a capacidade isolante do ar diminuir com a altura, como também à maior proximidade de centros de carga de polaridades opostas (PINTO JR.; PINTO, 2008). Porém, essa proporção tende a variar conforme se varia a latitude, ou seja, temos uma maior ocorrência em regiões de baixas latitudes e menor nas regiões de médias latitudes (PINTO JR.; PINTO, 2008).

Na segunda categoria (II) há mais dois tipos de relâmpagos:

a) Relâmpagos Solo – Nuvem;

b) Relâmpagos Nuvem – Solo;

De todos os tipos, este é o mais perigoso e devastador para o homem e suas atividades. Ocorrem em número bem menor do que os relâmpagos entre nuvens e dentro das nuvens (PINTO JR.; PINTO, 2008). Porém, na relação dos que atingem o solo, 99% são desse tipo, o que torna os relâmpagos solo-nuvem muito raros (PINTO JR.; PINTO, 2008). Sua duração varia de um décimo de segundo podendo chegar até dois segundos, mantendo uma média de um terço de segundo. A corrente elétrica sofre

bastante alteração durante a descarga, mas tem seus máximos, na maior parte dos casos, entre 20.000 a 30.000 ampères (PINTO JR.; PINTO, 2008). Essa corrente flui por um canal de poucos centímetros de diâmetro e a temperatura pode atingir valores superiores a 30.000 °C[4] (PINTO JR.; PINTO, 2008).

Dentro desta categoria, podemos agrupar esses dois tipos de relâmpagos em positivos ou negativos. O que basicamente irá definir se um raio será negativo ou positivo é a polaridade das cargas elétricas que são transferidas efetivamente para o solo. Portanto:

i) Negativo: Transfere cargas negativas para o solo;

ii) Positivo: Transfere cargas positivas para o solo;

Figura 1 – Desenho esquemático simplificado dos tipos de relâmpagos que atingem o solo: a) Nuvem - Solo positivo; b) Nuvem - Solo negativo; c) Solo - Nuvem positivo; d) Solo - Nuvem negativo

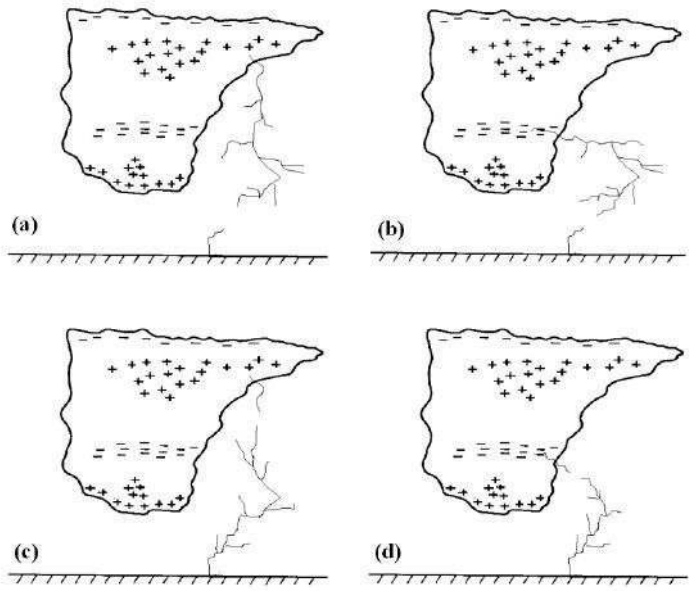


FIGURA 4.3 – Desenho esquemático simplificado dos tipos de relâmpagos que atingem o solo: (a) NS positivo; (b) NS negativo; (c) SN positivo; (d) SN negativo. FONTE: Naccarato (2001).

Fonte: Naccarato (2001).

As *cumulonimbus* são as principais nuvens geradoras de relâmpagos, mas há casos de descargas atmosféricas ocorrerem também de nuvens *stratocumulus* ou *ninbostratus*. (PINTO JR.; PINTO, 2008). É característica das *cumulonimbus* a grande extensão vertical com fortes correntes verticais de ar, fazendo com que essas nuvens possuam grande tamanho e consigam alcançar elevada altura. De acordo com o INPE/ELAT

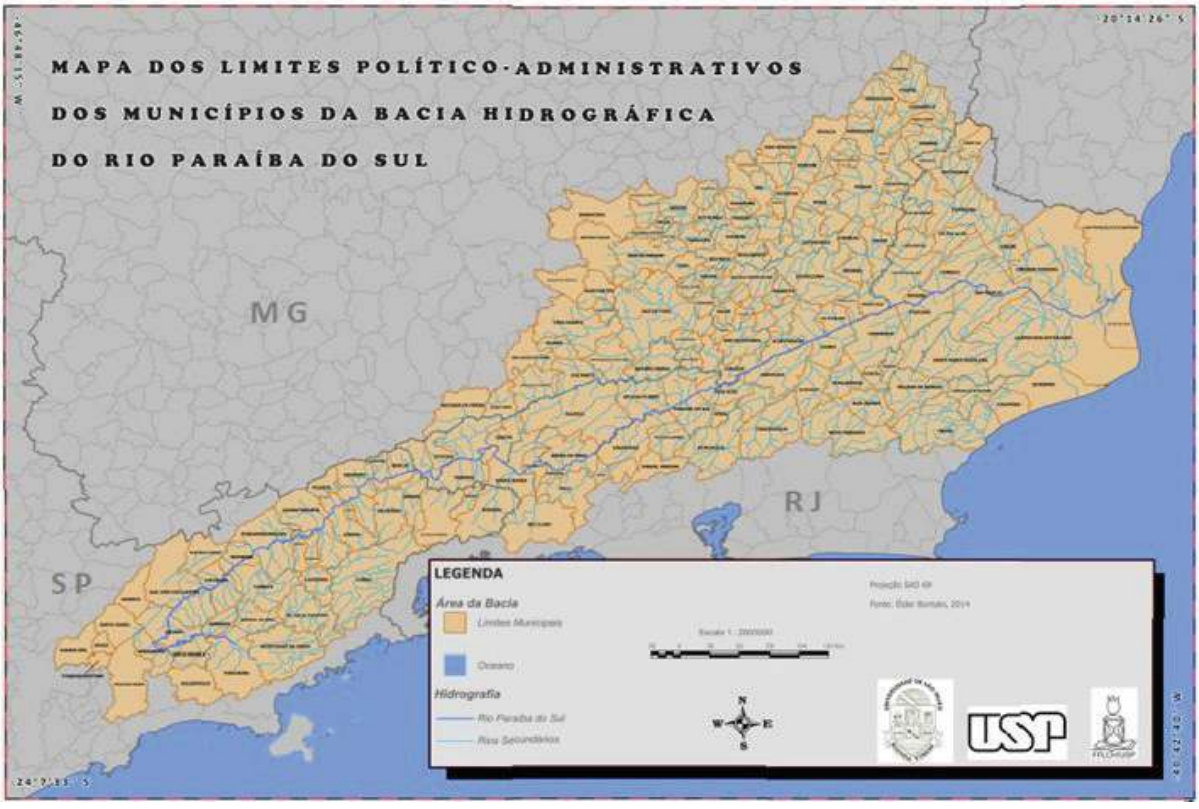
[4] Essa temperatura equivale a cinco vezes a temperatura da superfície do Sol.

(2014), em qualquer instante, cerca de duas mil tempestades estão ocorrendo ao redor do mundo, isto equivale a cerca de 50 mil tempestades ocorrendo todo dia ou cerca de 16 milhões por ano.

ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Sobre a área de estudo, os limites da bacia hidrográfica, bem como os municípios integrantes foram extraídos do CEIVAP e dos comitês estaduais de SP, MG e RJ. A bacia do rio Paraíba do Sul se estende por três estados na região sudeste do Brasil. O principal rio da bacia, o Paraíba do Sul, tem a sua nascente no município de Paraibuna, no estado de São Paulo, na área de represamento e confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, na Serra da Bocaina. Com uma área de drenagem de aproximadamente 62.074 km², essa bacia é considerada, em superfície, a terceira maior bacia de categoria secundária do país (CEIVAP, 2017).

Figura 2 – Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul



Fonte: do autor.

No que se refere às características geomorfológicas da bacia, ela está situada sobre o cinturão orogênico, dentro da unidade de planaltos e serras do Atlântico leste sudeste. O cinturão orogênico do Atlântico estende-se desde a parte oriental da região Nordeste até o sudeste do Estado do Rio Grande do Sul (ROSS, 2008). É uma faixa

de grande complexidade litológica e estrutural, prevalecendo rochas metamórficas de diferentes tipos e idades, como gnaisses, migmatitos, quartzitos, micaxistos, filitos e, secundariamente, intrusivas, como os granitos e os sienitos (ROSS, 2008).

A zona climática que influi pela região da bacia é predominantemente tropical quente e úmida. A altitude nas áreas serranas irá interferir no fluxo dos ventos bem como no regime das chuvas na região. Portanto, um forte efeito orográfico, que irá proporcionar uma quantidade de chuvas maior nas encostas a barlavento da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira. Já a região no Vale do Rio Paraíba do Sul irá apresentar maiores temperaturas e menor umidade.

> A individualização geomorfológica do Vale do Paraíba é acompanhada de uma feição climática especial. Apresenta-se como uma faixa de menor umidade e temperaturas mais elevadas entre as serras do Mar e da Mantiqueira. Os valores pluviométricos anuais da ordem de 3000 mm nesta última decrescem no vale para 1100 e 1400 mm, chegando mesmo, em certos trechos, a índices inferiores a 1100 mm. Numa área de predominância de atuação da onda de leste a descida do ar vindo do oceano, já aliviado de boa parte de sua umidade pela precipitação ocorrida na subida da serra e sobre o planalto, é explicação suficiente a este caráter. Pelas técnicas usuais de análise, a classificação climática do Vale do Paraíba é associada à Bacia Paulistana. Não obstante ostentarem, ambos, semelhanças de quantidade e número de dias de chuva no ano e nos dois períodos, a análise rítmica revela uma importante diferenciação no inverno. Não só o Vale do Paraíba é mais seco do que a área da Metrópole, exibindo índices equivalentes a cerca da metade daqueles ocorridos nesta última área, como também quanto aos graus de resfriamentos produzidos pelas invasões polares. A Bacia Paulistana está mais frequentemente sujeita às ondas de frio, seja pela latitude mais favorável, seja pela repercussão das passagens canalizadas pelo litoral, além do que o grau dos resfriamentos é maior. (MONTEIRO, 1973).

Por ser uma região de clima transicional, muito influenciada pelo regime das massas de ar polar vindas da região sul do país, associadas com a atuação da massa tropical atlântica que carrega a região com umidade do oceano, há uma elevação dos índices pluviométricos. Uma grande parte precipita sobre a Serra do Mar, nas regiões do maciço do Itatiaia e na Serra dos Órgãos, onde a precipitação pode chegar a valores superiores a 2.000 mm. Os menores totais, que oscilam entre 1.000 e 1250 mm, são observados em uma estreita faixa do Médio Paraíba do Sul e no curso inferior da bacia hidrográfica (AGEVAP, 2006). De acordo com Conti (1975), a proximidade com o litoral proporciona a essa região uma considerável influência decorrente da umidade oriunda do Oceano Atlântico. Entretanto, o Vale do Rio Paraíba do Sul no trecho paulista localiza-se em uma faixa transicional, onde existe alternância dos sistemas atmosféricos. Assim, os eventos pluviométricos são condicionados fortemente pela ação das frentes. Entretanto, embora a gênese das chuvas esteja relacionada à existência das frentes, o relevo tem muitas vezes papel determinante na intensidade e distribuição espacial dessa precipitação.

Um dos maiores polos industriais do País está situado na região do Vale do Paraíba do Sul. Grandes indústrias dos segmentos, químico, metalúrgico, farmacêutico, de eletrônicos e de telecomunicações, compõem quase 50% do PIB da UGRHI 02 (SMA, 2011).

Os dados de incidência de relâmpagos aqui utilizados, foram obtidos do Grupo de Eletricidade Atmosférica do INPE[5] (ELAT). Uma análise preliminar dos dados obtidos, mostrou uma região dentro da bacia do rio Paraíba do Sul com uma forte ocorrência de descargas atmosféricas. Como o que se pretende mostrar neste estudo são as implicações e os impactos dos raios na sociedade, optou-se por escolher essa região, que compreende a região do Vale do Paraíba do Sul, no estado de São Paulo até a região do Médio Paraíba do Sul, limitada na confluência do rio Paraíba do Sul com o rio Preto e Paraibuna no município fluminense de Três Rios. Com essa região também é possível abranger o município de Porto Real, que apresenta o maior número de descargas atmosféricas por km²por ano no período de 1998 a 2011.

Para os dados de descargas atmosféricas, a fonte é o sensor orbital LIS, que se encontra a bordo da plataforma *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM). Essa plataforma está em missão conjunta entre a agência espacial americana NASA e a agência espacial japonesa JAXA.[6] O período de coleta dos dados está entre 1998 e 2011. Ainda segundo o ELAT, os dados foram trabalhados e corrigidos com a colaboração da pesquisadora Dra. Rachel I. Albrecht da Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA/CPTEC) do INPE.

Os mapas 9 e 10 são o resultado da espacialização das variáveis de incidências de descargas atmosféricas e de óbitos organizados e reunidos pelo Grupo de Eletricidade Atmosférica, o ELAT. O mapa de densidade demográfica foi produzido utilizando os dados do Censo 2010, realizado pelo IBGE.

Para compilar os números de óbitos, o ELAT reuniu diversos levantamentos realizados junto a órgãos de defesa civil e de dados obtidos do Ministério da Saúde. Informações veiculadas na mídia também foram acompanhadas pelo ELAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

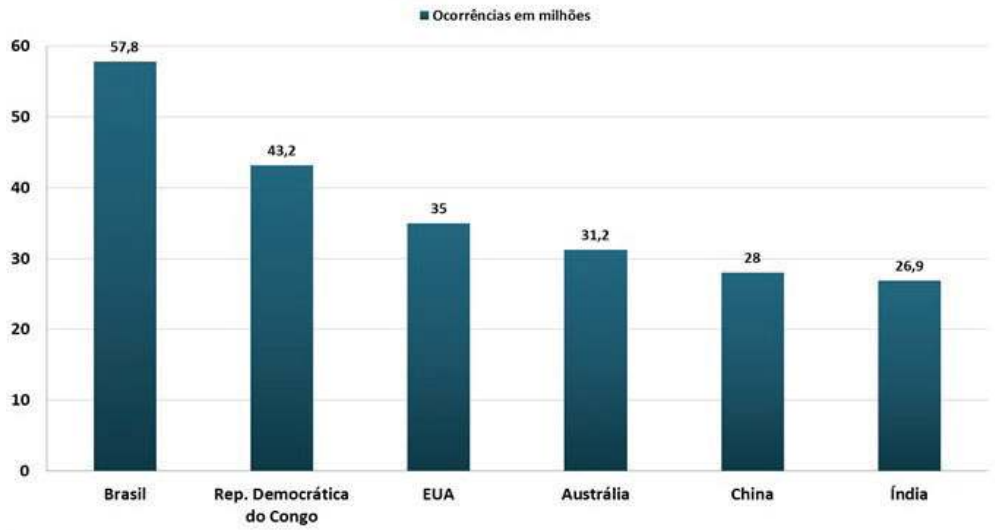
Atualmente, a NASA[7] é o principal órgão de pesquisa e estudos de descargas atmosféricas. Com seus dados obtidos por técnicas e equipamentos em superfície e em órbita, é possível criar um ranking com os países que apresentam as maiores ocorrências de descargas atmosféricas.

5 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

6 JAXA = Japan Aerospace Exploration Agency.

7 NASA – National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço).

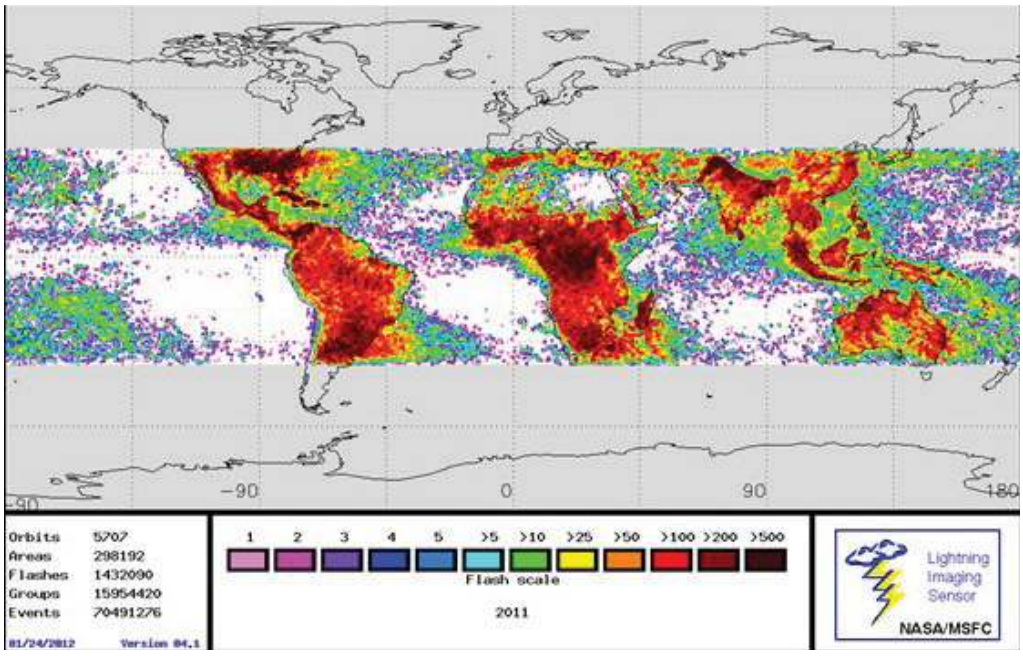
Figura 3 – Gráfico das ocorrências de descargas atmosféricas no mundo em 2011. Publicação: National Geographic Brasil, Fevereiro, 2012



Fonte dos Dados. ELAT/INPE. Organização: BORTOLIN (2014).

As observações representadas pela imagem 3 que foi obtida por um sensor denominado *Lightning Imaging Sensor* (LIS). Este sensor, desde 1997 até hoje, encontra-se fazendo observações no espaço. Juntamente com outro sensor, o *Optical Transient Detector* (ODT), foram os primeiros a serem capazes de observar relâmpagos do espaço tanto de dia quanto de noite. A operação do ODT encerrou – se em 2001. (PINTO JR.; PINTO, 2008).

Figura 4 – Ocorrências de descargas atmosféricas no ano de 2011



Fonte: (NASA, 2013).

Por meio de dados obtidos através de uma publicação do INPE na revista Scientific American, o instituto apresenta um levantamento das ocorrências de óbitos no período de 2000 a 2009, em que, além de um quantitativo dos óbitos na última década, são apresentado também elementos qualitativos dessas mortes por meio de informações como gênero, faixa etária mais atingida, época do ano de maiores ocorrências de fatalidades e em que locais essas mortes ocorreram com mais frequência.

É importante ressaltar que esses dados são em uma escala nacional e não somente do recorte da área de estudo. Contudo são de grande importância para entender as ocorrências, não só nas diversas regiões do país, como também na área estudada.

Figura 5 – Gráfico dos óbitos por estação do ano no Brasil entre 2000 e 2009. Publicação: Scientific American Brasil

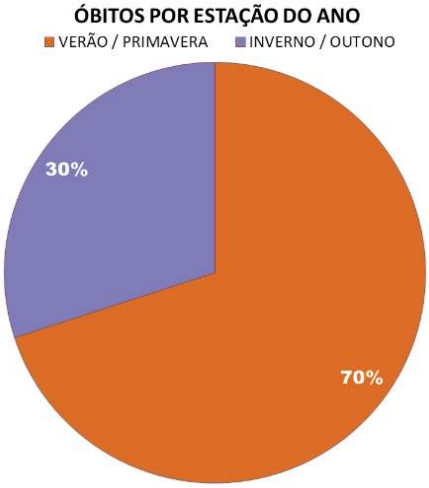


Figura 6 – Gráfico dos óbitos por gênero no Brasil entre 2000 e 2009. Publicação: Scientific American Brasil

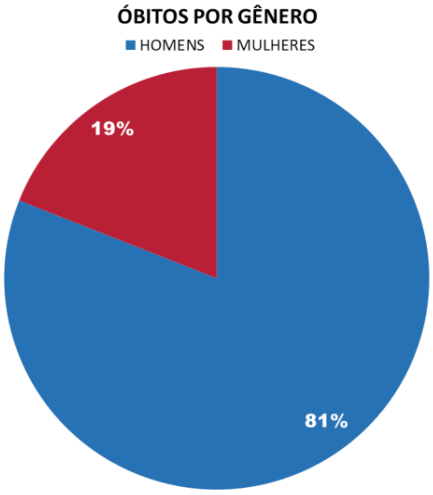


Figura 7 – Gráfico dos óbitos por faixa etária no Brasil entre 2000 e 2009. Publicação: Scientific American Brasil

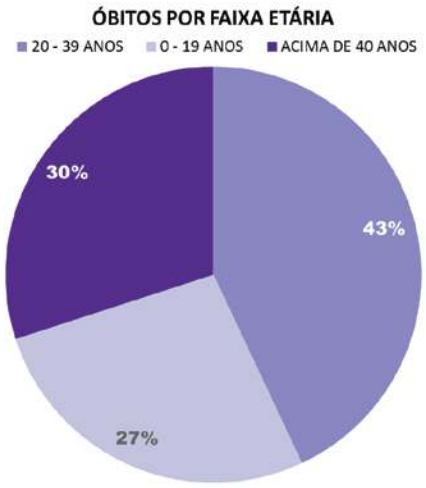
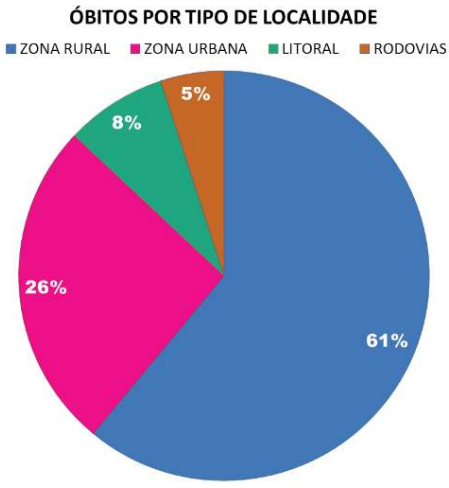


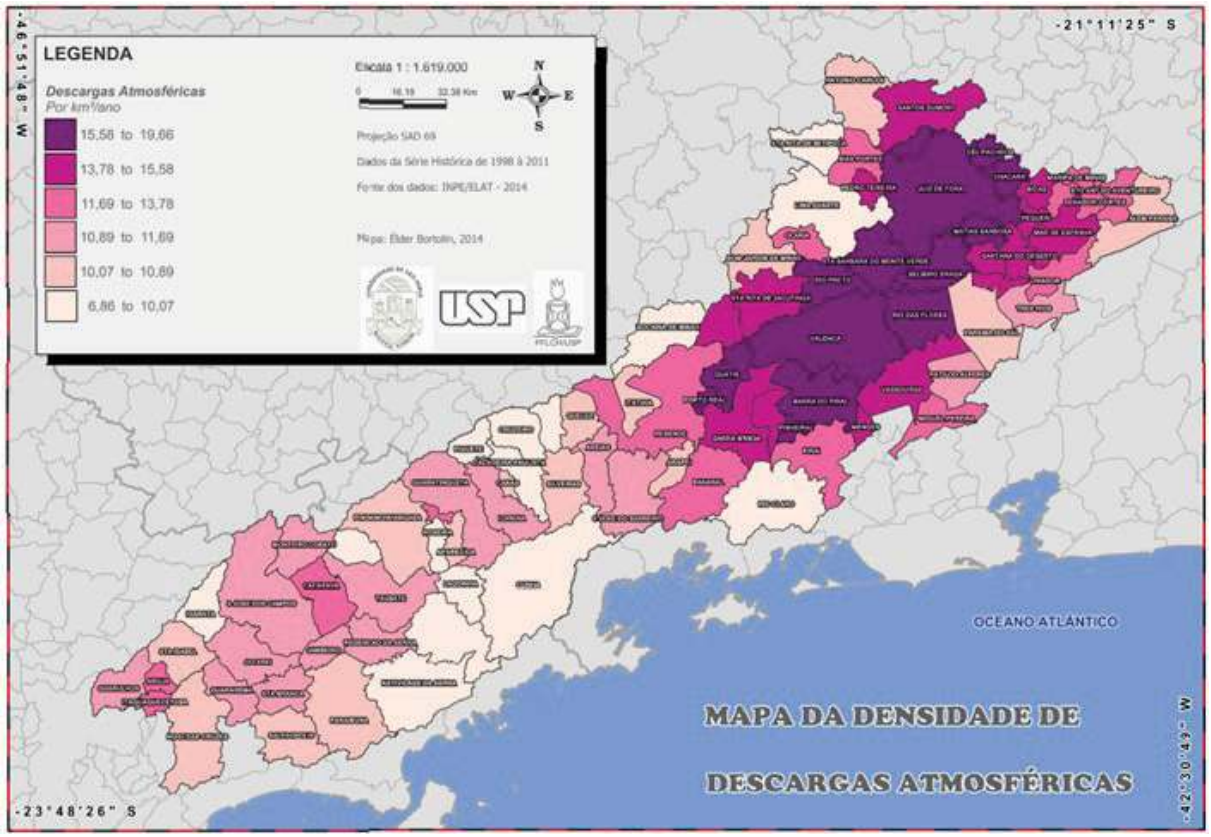
Figura 8 – Gráfico dos óbitos por localidade no Brasil entre 2000 e 2009. Publicação: Scientific American Brasil



Fonte dos dados: ELAT/INPE. Organização: Bortolin (2014).

Com base nos dados fornecidos pelo ELAT/INPE, foi construída a cartografia das incidências na área estudada (figura 9).

Figura 9 – Mapa da densidade de descargas atmosféricas na área de estudo no período de 1998 a 2011. Fonte dos dados: INPE/ELAT, 2014

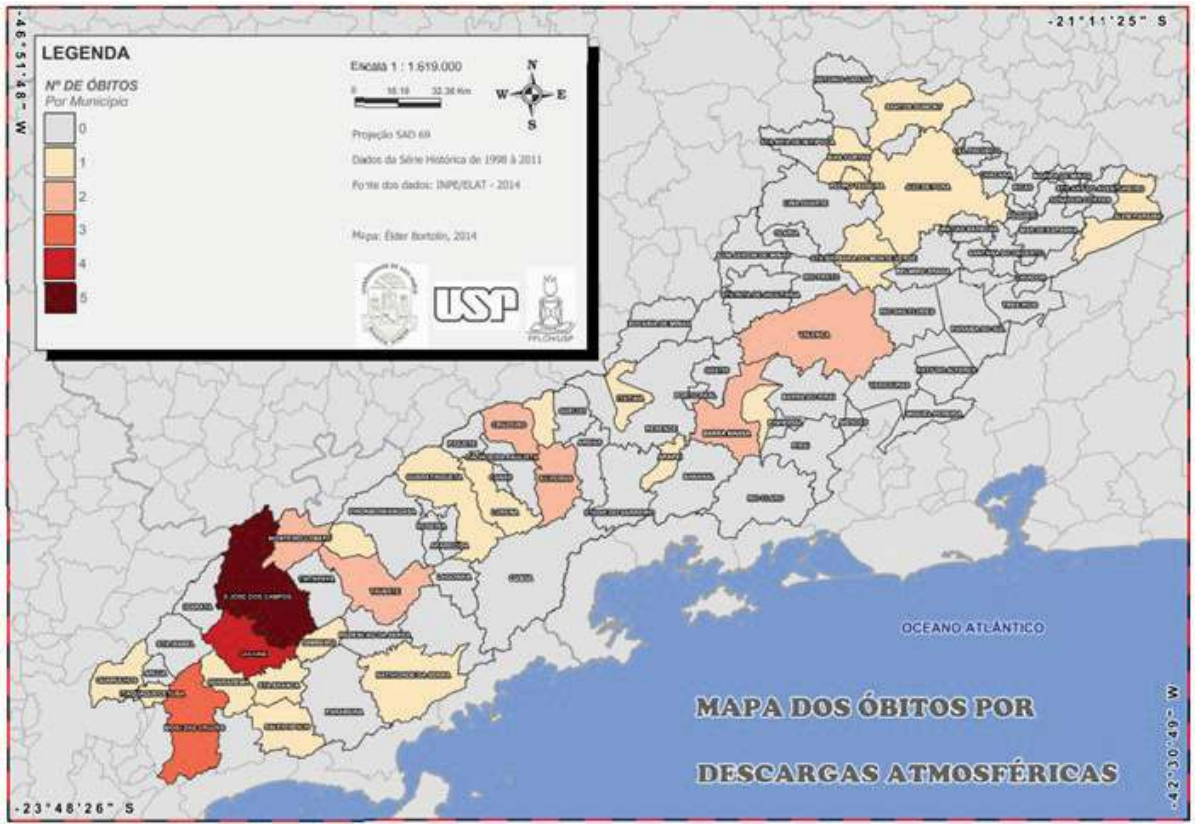


Organização: Bortolin (2014).

As ocorrências nessa área colocam os municípios situados nessa região com os maiores índices de descargas atmosférica do país no período de 1998 a 2011, a mesma série analisada e mapeada por esta pesquisa. O município de Porto Real lidera o *ranking* nacional apresentando uma incidência de 19,66 raios por km² por ano.

Essas ocorrências elevadas nesse trecho da bacia podem ser explicadas, em parte, por conta do relevo, onde temos altitudes de 380 metros em Porto Real, situado em uma região de planície. Os altos índices de umidade associados ao relevo de colinas na região de Minas Gerais também contribuem para essas ocorrências.

Figura 10 – Mapa dos óbitos por descargas atmosféricas na área de estudo no período de 1998 a 2011

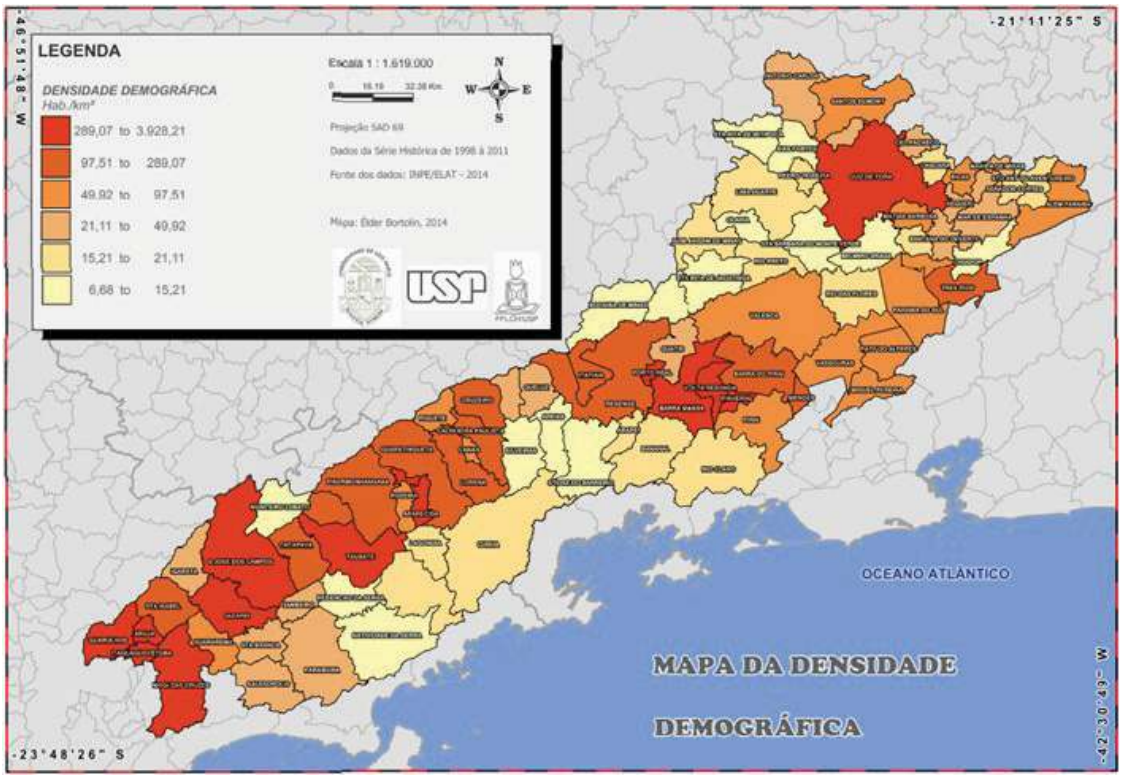


Fonte dos dados: INPE/ELAT, 2014. Organização: BORTOLIN (2014).

O mapa da figura 10 foi construído a partir dos dados de óbitos, também compilados pelo ELAT/INPE. Os resultados nos apresentam um número maior de óbitos nos municípios próximos à cidade de São Paulo. Os três maiores registros da série analisada foram encontrados no município de São José dos Campos (5 casos), seguido do município de Jacareí (4 casos) e pelo município de Mogi das Cruzes (3 casos), ambos no estado de São Paulo.

A análise dessas ocorrências de óbitos precisa levar em consideração a concentração da população e não somente a concentração de descargas atmosféricas. Para isso, temos o apoio do mapa 11, que apresenta a densidade demográfica dentro da área analisada. As áreas com maiores concentrações de pessoas tendem a apresentar maiores registros de óbitos. A concentração de pessoas precisa vir associada associá-la a outras características que podem variar de município para município. O perfil econômico de cada região pode revelar se essa densidade demográfica se encontra mais no campo ou na cidade. Há que se considerar também os hábitos e os modos de vida das pessoas dentro das diversas localidades da área de estudo.

Figura 11 – Mapa da densidade demográfica na área de estudo no período de 1998 a 2011



Fonte dos dados: INPE/ELAT, 2014.

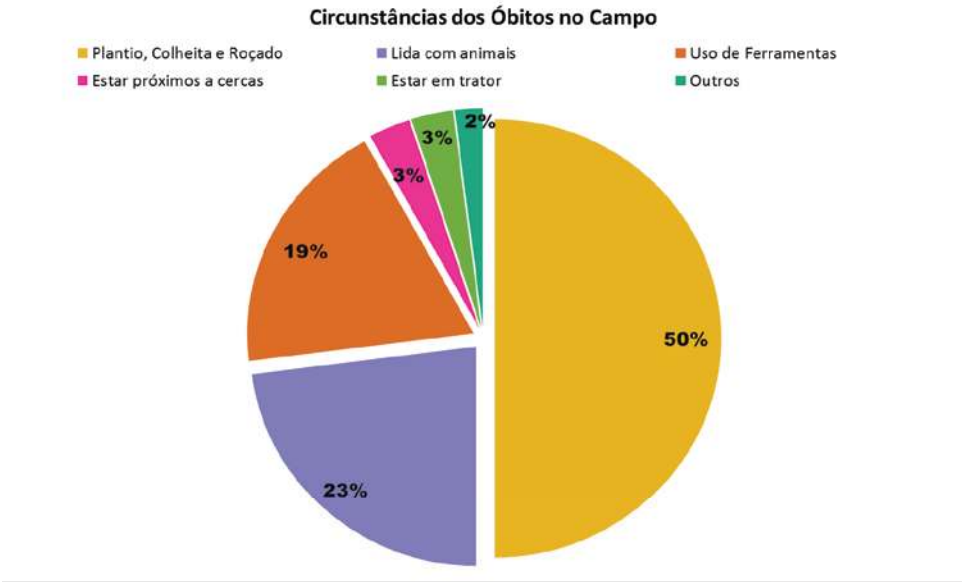
A análise revela que a maior parte de óbitos por raios ocorrem nos períodos de verão e primavera, o mesmo período em que se registram os valores máximos de ocorrências de descargas atmosféricas, uma vez que são as estações do ano que têm como característica um grande número de tempestades formadas por fortes processos convectivos (ELAT, 2017). As altas temperaturas atraem as pessoas para atividades de recreação em áreas abertas, principalmente para o litoral. E, embora, não seja o ambiente em que a maior parte dos óbitos foi registrada na série analisada, praticamente a totalidade das ocorrências observadas no litoral são durante os meses mais quentes do ano (ELAT, 2017).

A faixa de população mais ativa economicamente, ou seja, que muitas vezes se encontra em áreas abertas na cidade ou trabalhando no campo no momento das chuvas, é a que mais sofre com as descargas atmosféricas. Essa faixa da população com idade entre 20 e 39 anos apresenta uma porcentagem de 43% das ocorrências de óbitos, que se eleva e representa ¾ das vítimas de relâmpagos se somarmos as ocorrências com pessoas acima de 40 anos.

Com grandes áreas abertas, na maioria das vezes com pouca vegetação arbórea e quase sempre de gramíneas, há no meio rural um grande potencial para a ocorrência de descargas atmosféricas. As poucas árvores, muitas vezes em formações isoladas, cercas e

animais soltos no pasto, são elementos com grande potencial de atração de relâmpagos. O meio rural é responsável por mais da metade dos óbitos na última década, cujas características podemos analisar no gráfico a seguir.

Figura 12 – Gráfico das circunstâncias de óbitos no meio rural no Brasil entre 2000 e 2012



Fonte dos dados: ELAT/INPE. Organização: *Bortolin* (2014).

Ao analisar os dados, observa-se que 92% das circunstâncias envolvem pessoas que estão no desenvolver de suas atividades no momento das tempestades. São casos em que o trabalhador ainda se encontra no campo, em meio ao processo de plantio, colheita e roçado ou mesmo cuidando dos animais. Ou seja, além de estarem em um local aberto, as pessoas se encontravam fazendo uso de ferramentas como enxadas, foices e pás, instrumentos metálicos de trabalho que possuem um grande potencial de atrair descargas atmosféricas. Em uma tendência instintiva de tentar se proteger, o homem, assim como os animais, busca se abrigar próximo a cercas, tratores ou carroças que não oferecem nenhuma proteção e, pelo contrário, são capazes de fatalidades com muito mais facilidade.

Outras ocorrências, que embora não quantificadas com os dados apresentados, mas que causam grandes prejuízos quando se está pesquisando as relações com o meio rural, são as perdas animais, tanto de gado como cavalos e outras criações. Em junho de 1918, nos Estados Unidos, um único raio matou cerca de 500 ovelhas (PINTO JR.; PINTO, 2008). No Brasil, embora não se tenha um registro de quantos animais morrem anualmente, são observados casos todos os anos, como o que ocorreu em outubro de 2012 no estado do Paraná onde 30 cabeças de gado morreram em decorrência de uma descarga atmosférica e, pelo mesmo motivo, 13 bovinos morreram em fevereiro de 2013 no estado do Mato Grosso do Sul.

O meio urbano concentra uma grande quantidade de relâmpagos devido a principalmente dois grandes elementos. Primeiramente, ao crescer, a mancha urbana avança diminuindo as áreas verdes e aumentando a superfície coberta por concreto e por asfalto, materiais que provocam um maior aquecimento dentro do meio urbano do que no seu entorno. O outro elemento está atrelado ao aumento no lançamento de partículas de poluição de origem industrial e automobilística, que facilita a formação de núcleos de condensação no processo de formação de nuvens de tempestades.

O fenômeno das ilhas de calor, caracterizado pelo aumento da temperatura dos grandes centros urbanos devido ao maior adensamento das construções, do elevado número de prédios e área asfaltada extensa, também provoca o aumento da incidência de descargas atmosféricas nas cidades.

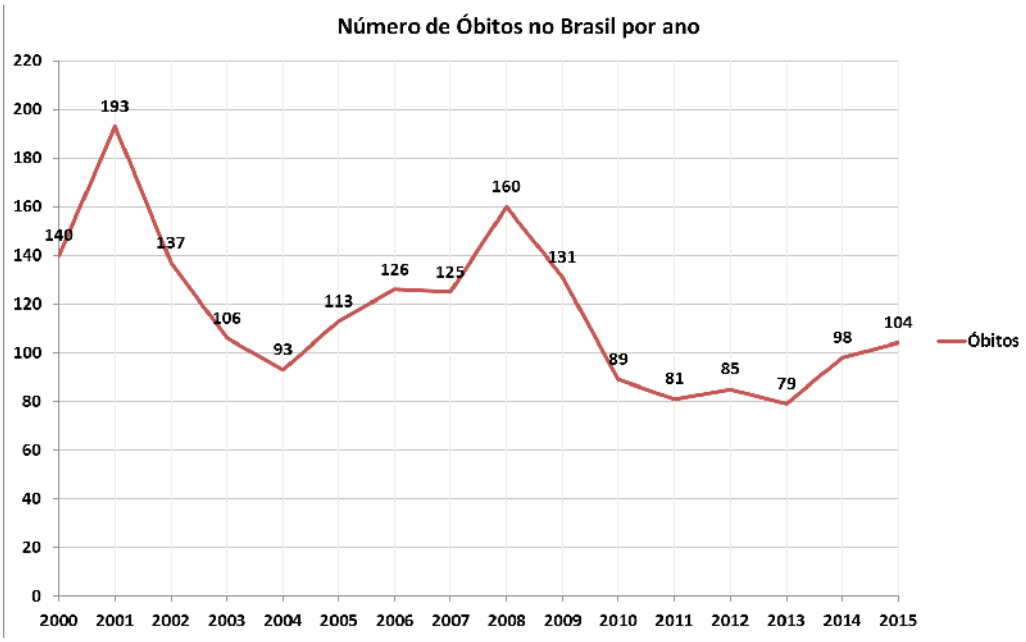
> Ilhas de calor urbano são uma realidade identificável em diferentes períodos do ano e por meio de técnicas variadas, não apenas nas grandes cidades como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, mas também em cidades de médio porte. Essas ilhas de calor ocorrem por causa do armazenamento de calor de dia pelos materiais urbanos, com devolução noturna, o que se reflete, entre outros aspectos, em aumento nas temperaturas mínimas (noites mais quentes) e diminuição na umidade relativa. Associadas a esse fenômeno estão as alterações na composição das precipitações, cada vez mais acidificadas, e no padrão das distribuições espacial – menos uniforme – e temporal – mais concentrada. (CAVALCANTI et al., 2009).

Devido às altas edificações, a cidade tende a oferecer uma maior proteção, pois o risco de uma incidência de uma descarga atmosférica diretamente na pessoa é mais difícil. Porém, a proteção dos para-raios precisa ser entendida como limitada a uma distância de cobertura que irá depender da altura em que está instalado. A função principal de um para-raios é a proteção da estrutura predial em que ele está instalado e das pessoas que dentro dele estiverem abrigadas. A melhor proteção sempre é um ambiente fechado, portanto, pontos de ônibus, marquises, chalés ou guarda-sóis e guarda-chuvas não oferecem nenhuma proteção contra os raios.

Os casos em que as vítimas foram atingidas em rodovias representam pessoas que se encontravam expostas, seja caminhando ou em meios de transporte abertos, como bicicletas e motocicletas.

Contudo, os números de fatalidades com relação a descargas atmosféricas no Brasil vêm diminuindo nos últimos anos. Entre os principais argumentos para essa redução acredita-se em uma maior conscientização da população com relação aos perigos dos relâmpagos, principalmente nos grandes centros urbanos. Porém, as pessoas no meio rural ainda sofrem, seja com a falta de tecnologias, que em alguns casos possuem um custo financeiro muito elevado, mas, sobretudo com poucas políticas instrutivas e educativas sobre os cuidados e maneiras de protegerem suas criações e se protegerem dos relâmpagos.

Figura 13 – Gráfico do número de óbitos no Brasil de 2000 a 2015



Fonte dos dados: (ELAT/INPE, 2014). Organização: Bortolin (2014).

Uma grande perturbação que as descargas atmosféricas geram para a sociedade consiste nos inúmeros relâmpagos que incidem no sistema elétrico de transmissão e distribuição de energia. Quando isso ocorre, pode haver a queima de transformadores e o desligamento das linhas. "No Brasil, cerca de 70% dos desligamentos na transmissão e 40% na distribuição, são provocados por raios, sendo o número de transformadores queimados por raios em torno de 40%". (INPE/ELAT, 2014). Os prejuízos para o setor elétrico no Brasil giram em torno de 600 milhões de reais ao ano, o que representa cerca de 1% do faturamento do setor (PINTO JR.; PINTO, 2008).

> "Os prejuízos no setor elétrico não se restringem à queima de equipamentos, estendendo-se a perdas de faturamento, multas e perdas relativas à sua imagem junto ao consumidor e ao mercado" (PINTO JR.; PINTO, 2008).

As descargas atmosféricas, devido ao grande potencial de energia que possuem, têm a capacidade de realizar a quebra de moléculas ao longo do canal, separando-as em átomos, que podem dar origem a novos elementos e com isso alterar a química na região do canal. Não são os maiores produtores de compostos nitrogenados, se considerarmos uma escala global, mas possuem uma grande influência local. Partindo da análise dessas concentrações, podemos observar duas grandes relações: o ozônio sofre reações químicas na presença de compostos nitrogenados, como o óxido de nitrogênio, que geram a sua diminuição de concentração na baixa estratosfera, o que permitirá uma maior incidência de radiação UV;

O nitrogênio pode ser fixado no solo também no momento do impacto do raio. Essa capacidade de fixar compostos à base de nitrogênio é essencial para os vegetais,

uma vez que se utilizam dessas substâncias para o seu desenvolvimento e crescimento. Além dessa relação, um relâmpago pode ajudar na composição por meio da produção de incêndios, que proporcionam a reciclagem dos nutrientes do solo. Incêndios em regiões de savana e cerrado são exemplos de ocorrências desse tipo de manutenção natural.

Os impactos na superfície da Terra originados pelos raios são adversos. Ao atingir m solo arenoso, um raio pode produzir um mineral chamado fulgurito, que se assemelha com o vidro. A ocorrência da produção do fulgurito irá depender de como se encontra a areia no solo, quanto mais compacta maior a probabilidade de formação. (INPE/ELAT, 2014).

Uma grande preocupação para os estudos climáticos está sobre as causas e o comportamento das mudanças climáticas vividas hoje em dia. O aquecimento das águas do Atlântico intensificaria a quantidade de umidade que chega ao continente, principalmente na região de influência da Massa de Ar Tropical Atlântica. Estima-se que para cada grau de aumento de temperatura aumente de 10% a 30% o número de relâmpagos no planeta (PINTO JR.; PINTO, 2008), sendo a região tropical a mais afetada.

Figura 14 – Incidência de relâmpagos da nuvem para o solo (em relâmpagos por km²/ano no Vale do Paraíba do Sul. 2008)

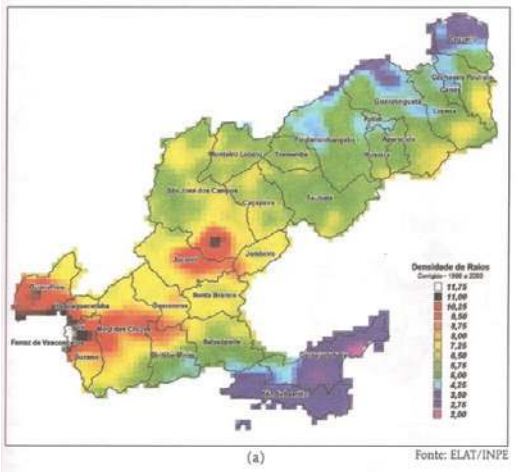
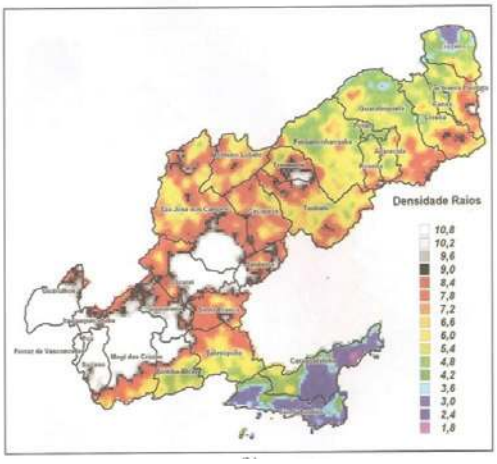


Figura 15 – Projeção da incidência de relâmpagos da nuvem para o solo (em relâmpagos por km²/ano) para o Vale do Paraíba do Sul em 2033. Projeção obtida a partir de modelo desenvolvido pelo ELAT



Fonte (Pinto Jr.; Pinto, 2008).

CONCLUSÕES

Desde o final do século XIX, cientistas vêm produzindo pesquisas que indicam a possibilidade de o planeta estar aquecendo devido à crescente produção de CO^2 sendo liberada na atmosfera pelas emissões humanas, através da produção industrial, dos meios de transporte movido a queima de combustíveis fósseis, além da redução de áreas de florestas em todas as regiões do globo. Essa intensificação do efeito estufa natural da Terra foi convencionada como aquecimento global.

As expectativas, com base nas pesquisas que preveem um aquecimento do globo, independente se a causa desse aquecimento seja natural ou antrópica, apontam para um aumento da incidência de descargas atmosféricas. Portanto, conhecer de forma ampla o fenômeno ajuda a proteger a sociedade e suas atividades.

A partir dos mapeamentos realizados no recorte adotado na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, que buscou representar o número de descargas atmosféricas e o número de óbitos por relâmpagos, foi possível observar algumas relações espaciais. Com o uso de ferramentas de construção de mapas digitais, foi possível especializar os dados obtidos pela internet junto ao INPE/ELAT, de relâmpagos e óbitos por descargas atmosféricas.

Essas relações evidenciaram características distintas que mostram uma tendência para maiores ocorrências de descargas atmosféricas em determinadas regiões, mas que nem sempre isso está associado a um maior número de óbitos por relâmpagos. A principal causa do elevado número de óbitos por descargas atmosféricas no país ainda é reflexo de alta de conscientização da população com relação às formas de manifestação desses fenômenos elétricos da atmosfera, bem como das formas de se proteger dos mesmos. A crença em superstições e mitos, tais como espelhos atraem relâmpagos e, portanto, é necessário cobri-los durante uma tempestade e a famosa afirmativa de que um raio não cai duas vezes no mesmo lugar, leva muitas vezes as pessoas a acharem que estão protegidas enquanto que na verdade estão correndo os mesmos perigos, em alguns casos até se expondo mais às ocorrências dos relâmpagos.

As interações entre as descargas atmosféricas e os meios naturais, como a atmosfera, solo e vegetação também foram apresentadas devido à grande importância natural ao gerar novos componentes ou até mesmo ao reciclar materiais, criando ciclos físico-biológicos. Porém, a necessidade de se conhecer melhor as descargas atmosféricas, reside nos impactos gerados na sociedade, tanto com perdas de vidas humanas quanto perdas materiais, gerando prejuízos econômicos. Por isso, o que se buscou apresentar nesta pesquisa foi uma tentativa de construir um maior entendimento da dinâmica das ocorrências de óbitos por descargas atmosféricas, o que leva a uma melhor compreensão de como os relâmpagos são vistos pela sociedade. Os avanços no entendimento de como ocorrem as fatalidades por descargas atmosféricas no país ajudam a direcionar medidas de proteção para a população. Ao entender a dinâmica das ocorrências de óbitos, é possível criar políticas de prevenção e materiais educativos voltados para a realidade nacional. Se os maiores números de óbitos ocorrem no ambiente rural, com trabalhadores do campo, é possível direcionar programas de proteção para este setor da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (AGEVAP). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Diagnóstico dos Recursos Hídricos**; Relatório Final. Elaboração: Fundação COPPETEC, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. PSR-010-R0 / Novembro – 2006.

CARDOSO, I. Os Números (SURPREENDENTES) de Mortes por Raios no Brasil. **Scientific American,** ed. n° 110, Julho de 2011. Disponível em: http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/os_numeros__surpreendentes__de_mortes_por_raios_no_brasil.html. Acesso em 25 de Novembro de 2013.

CAVALCANTI, Iracema F. A. (Org.). **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP). **Dados Gerais**. http://www.ceivap.org.br/dados-gerais.php. Acesso em 28 de Janeiro de 2017

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região les-nordeste paulista.** Doutorado, Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, São Paulo, 1975.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. ELAT, Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Ponto de Vista/Editorial ELAT nº7.**

http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/noticias/editorial.php?id=8. Acesso em 4 de abril de 2014.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. ELAT, Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Ocorrências na Terra.**

http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/ocorrencia.na.terra.php. Acesso em 21 de outubro de 2013.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. ELAT, Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Aquecimento Global.**

http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/relampagos.e.efeitos/aquecimento.global.php. Acesso em 21 de outubro de 2013.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. ELAT, Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Solo.**http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/relampagos.e.efeitos/solo.php. Acesso em 21 de outubro de 2013.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. ELAT, Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Núcleo de Monitoramento de Descargas Atmosféricas.**

http://nucleo.tempestades.org.br/tempestades.org.br/webnucleo/homepage/menu/mortes.por.descargas.atmosfericas/mortes.por.descargas.atmosfericas.php. Acesso em 21 de Outubro de 2013.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. ELAT, Grupo de Eletricidade Atmosférica. **Release ELAT Nº 39.**

http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/noticias/release.php?id=70. Acesso em 28 de Janeiro de 2017.

MACGORMAN, D. R.; RUST, W. D. **The Electrical Nature of Storms**. New York, USA: Oxford University Press, 1998.

MENDES JR., O; DOMINGUES, M. O**. Introduction to the atmospheric electrodynamics.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 1, p. 3–19, 2002.

NACCARATO, K. P. **Estudo de relâmpagos no Brasil com base na análise de desempenho do Sistema de Localização de Tempestades**. 2001. 165p. (INPE-8380- TDI/770). Dissertação (Mestrado em Geofísica Espacial) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001. Disponível na biblioteca digital URLib: http://mtc-m05.sid.inpe.br:80/rep-/dpi.inpe.br/lise/2002/03.28.19.09. Acesso em: 31 mar. 2014

NACCARATO, K. P. **Análise das características dos relâmpagos na região sudeste do Brasil.** – São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2005.

NASA, National Aeronautics and Space Administration. Lightning and Atmospheric Electricity **Research at the GHCC/ LIS Global Lightning Distributions.**

ftp://ghrc.nsstc.nasa.gov/pub/browse/lis/lis-summaries/2011/2011.png, acesso em 14 de janeiro de 2014.

PINTO, I. A.; PINTO JR., O. **Relâmpagos.** 2. ed. São Paulo: BRASILIENSE, 2008.

RAKOV, Vladimir A.; UMAN, Martin A. **Lightning: Physics and Effects.** New York, USA: Cambridge University Press, 2003.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: EdUSP, 1996.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. **Subsídios ao planejamento ambiental da unidade hidrográfica de gerenciamento de recursos hídricos Paraíba do Sul: UGRHI 02** [recurso eletrônico] / Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental; Organização Márcia Renata Itani... [et al.]; Equipe técnica Alana Almeida de Souza ... [et al.] ; Colaboradores Alberto Cavalcanti de Figueiredo Netto ... [et al.]. – São Paulo: SMA, 2011.

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

RESENHA – CLIMAT ET SANTÉ

Rildo Aparecido Costa
Professor do Curso de Graduação e Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Ituiutaba – MG.
Coordenador do Laboratório de Climatologia Médica e Geográfica – GeoCLIMA
E-mail: rildocosta@ufu.br

BESANCENOT, Jean-Pierre.
Climat et Santé. Paris: Presses Universitaires de France, 2001.

O livro "Climat et Santé" foi escrito pelo professor Jean-Pierre Besancenot, que é diretor honorário de pesquisa do CNRS (Centro Nacional de Pesquisa Científica), fundador do Laboratório "Clima e Saúde", na Faculdade de Medicina de Dijon até 2007 e ex-editor da Revista Clima e Saúde. É autor de vários relatórios sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde humana. "Climat Et Santé" é considerado uma das obras mundiais mais bem elaboradas sobre a influência do clima na saúde humana. Elaborado pelo professor Jean-Pierre Besancenot em 2001, ano de sua primeira edição, o livro constitui-se em um clássico dentro da Ciência mundial, configurando-se um estudo atual em nossos dias.

A obra considerada dedica-se a um estudo conciso das repercussões do clima sobre a saúde ou a ausência de saúde do ser humano. O autor propõe uma nova forma de pensar a relação saúde-doença e a influência climática, inserindo uma visão integrada da relação dos elementos da atmosfera sobre o corpo humano. Destaca-se que várias evidências e correlações fazem suspeitar a existência de fortes ligações entre o clima (variação temporo-espacial), o tempo (variabilidade dos tipos de tempo) e o funcionamento do organismo humano. Dessa forma, o livro estrutura-se em três partes: a) As Influências Fisiológicas do Clima, b) Implicações Patológicas do Clima e c) Clima e Saúde: Variações Espaço-temporais.

Na primeira parte, Besancenot afirma que "todas as manifestações da vida ocorre no meio exterior", em uma relação de equilíbrio entre o homem e o ambiente em que ele vive. Destaca que o corpo humano, por ser um sistema aberto, o seu contato permanente com os diferentes tipos de tempo é iminente, causando, algumas vezes, um desequilíbrio neste organismo, que ocorre devido às variações na temperatura, pressão atmosférica, modificações no campo elétrico, na composição química do ar, natureza e velocidade dos ventos, flutuações na umidade relativa do ar, ionização atmosférica e composição da radiação solar. Na visão do autor, pouco se sabe da influência desses elementos climáticos na saúde do ser humano, porém, é notória a atuação na desordem patológica.

O autor faz uma crítica à visão do corpo humano, por determinados pesquisadores, como uma simples sobreposição de organismos independentes, não levando em consideração suas relações sistêmicas (sistema aberto) entre a natureza biológica do corpo e as energias do meio, podendo ser comparado a um sistema em sua íntegra, pois mecanismos fisiológicos estão envolvidos no intuito de coordenar todas as funções. Essa função sistêmica quem produz a homeostase. Afirma, que esse processo de regulação do organismo, buscando o equilíbrio (homeostase), requer uma luta contínua contra o meio exterior e, o que vai caracterizar o processo de saúde é a capacidade do corpo humano em tolerar as variações do padrão habitual e estabelecer novos padrões em situações novas.

A noção de homeotermia e termorregulação apontados pelo autor, são de suma importância para esse equilíbrio (corpo humano e meio exterior), destacando na transferência de calor: a convecção, condução, radiação e evaporação. A pele é o elemento do corpo que tem o primeiro contato com o meio exterior, e o processo essencial produzido é a regulação da temperatura corpórea, que deve oscilar próximo de 37° C. O autor ainda destaca, a importância do vento (natureza e velocidade) na função de arrefecimento do corpo humano, além de destacar a importância da umidade relativa do ar na manutenção da homeotermia e termorregulação.

Outros fatores, no dizer do autor, são essenciais para o processo de equilíbrio fisiológico. O corpo humano não se limita apenas a entrar em contato com o ar atmosférico, ele capta os componentes necessários para o seu funcionamento. O pulmão possui um papel preponderante nesse processo, embora capte esses componentes, ao mesmo tempo é incapaz de evitar a absorção de uma série de substâncias que podem ser nocivas à saúde humana. O oxigênio, o dióxido de carbono e o vapor d'água possuem um papel prevalecente nessa troca entre o corpo humano e o meio exterior, podendo disparar determinadas doenças já preexistentes.

O autor afirma também, que essa troca entre o meio exterior e o corpo humano, dependendo da sua intensidade, pode afetar o equilíbrio neurovegetativo do ser humano, principalmente em relação ao humor, uma seara bem conhecida e aceita no senso comum, mas que o cientista hesita em comprometer-se a andar neste "terreno acidentado", devido principalmente, ao fantasma do determinismo geográfico e a afirmação da influência do clima na psique do indivíduo.

Na segunda parte da obra, são destacadas as implicações patológicas do clima, ou seja, suas influências diretas ou indiretas. O autor afirma que quando ocorrem mudanças mais amenas nos tipos de tempo, o corpo humano consegue uma homeostase simples, mantendo uma harmonia, pois as condições meteorológicas se restabelecem e voltam a níveis normais. Quando o limite é cruzado, passa-se de um estado de saúde para a doença. Destaca que, essa influência pode apresentar-se de três maneiras: na modificação dos habitats da vida; na fragilidade do organismo e favorecendo a propagação de microrganismos.

Na visão do autor, além dos dados climáticos e dos dados clínicos, que são conhecidos e cuidadosamente registrados, a interpretação e correlação desses dois dados são

delicados e carecem de estudos mais elaborados. As regulações do corpo humano é mais ou menos rápida e espontânea, o corpo geralmente consegue manter uma harmonia com o ambiente onde ele está imerso. O autor aponta ainda, a mortalidade ou mesmo os agravos de doenças que estão relacionadas com o fator sazonal do clima e os extremos dos tipos de tempo, e que a relação climática e os riscos climatopatológicos estão intimamente ligados com o contexto social, econômico e cultural, assim como também à prática médica.

Outro ponto que é observado pelo autor, são as superexposições aos elementos climáticos, que podem causar danos irreversíveis dependendo da vulnerabilidade de cada indivíduo. Aponta como exemplo, as expedições na Antártica (frio excessivo) e incursões militares no Djibuti (insolação). As defesas do organismo são comprometidas a estas exposições. O autor, ao falar de climas extremos elucida as ondas de frio e calor nas regiões temperadas, além das chuvas intensas nas regiões tropicais. Deixa claro que esses fenômenos meteorológicos afetam sobremaneira a saúde das pessoas, que começam a se manifestarem sintomas muitas vezes sem gravidade aparente (fadiga, nervosismo, palpitações, etc.), porém determinadas vezes podem causar grandes preocupações por serem mais intensas (asma, embolia pulmonar, infarto do miocárdio, etc.). Destaca assim, que o papel do estresse humano é indiscutível nessas situações de tipos de tempo extremos.

O autor salienta que, além dos dados de saúde e dos dados climáticos é necessário compreender a meteorossensibilidade das pessoas, pois a prática médica é capaz de identificar a raiz da doença, mas a influência que o tempo tem sobre seu desencadeamento e até mesmo evolução, muitas vezes são ignoradas, ou seja, pessoas meteorossensíveis aos diferentes tipos de tempo. Estudos europeus demostram claramente correlações significativas sobre a variação da pressão atmosférica e os acidentes cardiovasculares. O autor afirma que entre os séculos XVIII e XX o clima era usado para fins medicinais (preventivos e curativos), como por exemplo, nos casos de tuberculose e asma em várias estâncias onde eram realizados tratamentos de saúde. A partir de meados do século XX, essa função entrou em declínio.

Na terceira parte da obra, Besancenot destaca as variações espaço-temporais do clima e sua influência na saúde, dividindo o globo em climas zonais, azonais e as escalas finas, onde está a bioclimatologia humana, chamando a atenção que, para se estudar a relação clima e saúde, é necessário trabalhar em uma escala diferenciada para se obterem melhores resultados. Aponta que até agora, o homem estava dividido de forma escalonada, a saber: nível fisiológico, nível psíquico e nível patológico, e que é essencial uma visão integrada, ou seja, sistêmica.

Essas variações destacadas pelo autor possuem, na sua forma de ver, dois elementos que são mais preocupantes, sendo estes: a redução na camada de ozônio e a concentração de dióxido de carbono. Aponta que, temos até agora considerado apenas a ecologia humana de curto prazo, que se concentra o clima e seu impacto imediato sobre a saúde do ser humano, eventualmente, no caso de câncer de pele, para o impacto retardado de alguns anos ou algumas décadas. Mas o que pode ocorrer com o advento das mudanças

climáticas que estão em pleno curso? Devemos esperar uma redistribuição espaço-temporal dos fatores de saúde? Como se dará a relação saúde-doença? O autor afirma que se deve pensar todo esse processo em longo prazo, para conseguirmos uma intervenção satisfatória.

O autor destaca que algumas classificações bioclimáticas humanas têm sido desenvolvidas, porém são poucas que oferecem uma cobertura abrangente do mundo e que integra todos os aspectos da relação entre o clima e saúde. Este será um desafio para o futuro próximo.

Contudo, devemos sempre elencar que a bioclimatologia humana é uma ciência jovem e de difícil estudo, e que se baseia em experiências de várias outras disciplinas, não buscando se trabalhar conjuntamente. É essencial que se tenha essa aproximação com as outras ciências para se obterem resultados mais satisfatórios sobre a influência do clima na saúde humana. O autor ainda destaca, que algumas pessoas lamentam a lentidão e a relutância em responder a uma demanda social que pode inclusive salvar vidas, porém a evolução dos estudos em clima e saúde vem acontecendo e suas correlações, sejam em qualquer lugar do mundo, estão aparecendo e demonstrando uma profícua relação.

Por fim, há de se reforçar o mérito desse autor para as ciências que estudam a relação do clima com a saúde humana, em especial às suas profundas reflexões à atmosfera e seus elementos e a incessante procura da homeostasia pelo corpo humano, buscando assim, apontar essas correlações para que se possam desenvolver métodos mais acurados para que a relação clima-saúde-doença seja compreendida e que se possa ser útil para a população de forma geral. Essa obra vem contribuir para um novo perfil de pesquisador da temática, mais preocupado com as correlações entre os diversos fatores, a partir de uma visão sistêmica de todo o processo.



UNIVERSIDADE FEDERAL
DA GRANDE DOURADOS