



EXPERIMENTOS EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Cassia de Castro Martins Ferreira
Edson Soares Fialho
Thiago Alves de Oliveira
(Organizadores)

EXPERIMENTOS EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA

Cassia de Castro Martins Ferreira
Edson Soares Fialho
Thiago Alves de Oliveira
(Organizadores)



Juiz de Fora
2021

© Editora UFJF, 2021

Este livro ou parte dele não pode ser reproduzido por qualquer meio sem autorização expressa da editora. O conteúdo desta obra, além de autorizações relacionadas à permissão de uso de imagens ou textos de outro(s) autor(es), são de inteira responsabilidade do(s) autor(es) e/ou organizador(es).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

REITOR

MARCUS VINICIUS DAVID

VICE-REITORA

GIRLENE ALVES DA SILVA



DIRETOR DA EDITORA UFJF

RICARDO BEZERRA CAVALCANTE

CONSELHO EDITORIAL

RICARDO BEZERRA CAVALCANTE (PRESIDENTE)

ANDRE NETTO BASTOS

CHARLENE MARTINS MIOTTI

CLAUDIA HELENA CERQUEIRA MARMORA

CRISTINA DIAS DA SILVA

ILUSKA MARIA DA SILVA COUTINHO

JAIR ADRIANO KOPKE DE AGUIAR

MARCO AURELIO KISTEMANN JUNIOR

RAPHAEL FORTES MARCOMINI



REVISÃO E DIAGRAMAÇÃO

MALORGIO STUDIO DESIGN & COMMUNICATION

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFJF

Experimentos em climatologia geográfica / Cassia de Castro Martins Ferreira,
Edson Soares Fialho, Thiago Alves de Oliveira (organizadores) – Juiz de Fora,
MG : Editora UFJF, 2021.

Dados eletrônicos (1 arquivo: 3,1 mb)

ISBN 978-65-89512-32-5

1. Climatologia. 2. Conforto térmico. I. Ferreira, Cassia de Castro Martins.
II. Fialho, Edson Soares. III. Oliveira, Thiago Alves de. IV. Título.

CDU: 551.58

Este livro obedece às normas do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa,
promulgado pelo Decreto n. 6.583 de 29 de setembro de 2008.



EDITORA UFJF

RUA BENJAMIN CONSTANT, 790

CENTRO - JUIZ DE FORA - MG - CEP 36015-400

FONE/FAX: (32) 3229-7646 / (32) 3229-7645

editora@ufjf.edu.br / distribuicao.editora@ufjf.edu.br

www.ufjf.br/editora

Filiada à ABEU



COMITÊ CIENTÍFICO

CONSULTORES CIENTÍFICOS AD HOC

Aline Pascoalino (UNICAMP)
Charlei Aparecido da Silva (UFGD)
Erika Collischonn (UFPEL)
Ranyere Silva Nóbrega (UFPE)
Rildo Aparecido Costa (UFTM)
Valdir Adilson Steinke (UNB)
Vinícius Machado Rocha (UFRB)
Wellington Lopes de Assis (UFMG)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
--------------	---

PREFÁCIO

REFLEXÕES E EXPERIMENTOS EM CLIMATOLOGIA	9
--	---

Charlei Aparecido da Silva

PARTE I

PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E EVENTOS EPISÓDICOS DE CHUVA E SUAS REPERCUSSÕES SOCIOECONÔMICAS

CAPÍTULO 1

A INCURSÃO DOS SISTEMAS FRONTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO – UM ESTUDO TEMPORO-ESPACIAL	13
---	----

Daiane Evangelista de Oliveira, Cássia de Castro Martins Ferreira

CAPÍTULO 2

ENTRE AS CRISTAS DA SERRA DO MAR, PETRÓPOLIS-RJ E SUAS ADVERSIDADES AMBIENTAIS: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA PERSPECTIVA DA PERCEPÇÃO CLIMÁTICA	38
---	----

Camila De Moraes Gomes Tavares, Ludmilla Alves Fernandes, Thiago Alves de Oliveira,
Cássia de Castro Martins Ferreira

PARTE II

A INFLUÊNCIA DE FATORES GEOGRÁFICOS E HUMANOS SOBRE O CONFORTO TÉRMICO E A DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR EM MEIOS URBANOS E RURAIS. PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E EVENTOS EPISÓDICOS DE CHUVA E SUAS REPERCUSSÕES SOCIOECONÔMICAS

CAPÍTULO 3

COBERTURA VEGETAL DAS REGIÕES URBANAS DE JUIZ DE FORA-MG	68
--	----

Isabela Fernanda Moraes de Paula, Cássia de Castro Martins Ferreira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 4

CONFORTO TÉRMICO ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS DE REGIÕES URBANAS DA PORÇÃO SUDOESTE, NORDESTE E CENTRO DE JUIZ DE FORA-MG	86
Débora Couto de Assis, Cassia de Castro Martins Ferreira	

CAPÍTULO 5

A DINÂMICA DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR FRENTE À ALTITUDE E AOS SISTEMAS SINÓPTICOS NO PERCURSO PONTE NOVA/ UBÁ, ZONA DA MATA MINEIRA	113
Maria Luiza Silva Paulo , Edson Soares Fialho	

CAPÍTULO 6

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CORREÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA COLETADOS ATRAVÉS DE <i>TRANSECTS</i> MÓVEIS	136
Rodson de Andrade Allocca , Edson Soares Fialho	

CAPÍTULO 7

OS CAMPOS TÉRMICOS NA CIDADE DE PEQUENO PORTE, ALVINÓPOLIS-MG: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E EPISÓDIOS DE INVERNO DE 2018	157
Rafael de Souza Alves, Cássia de Castro Martins Ferreira	

CAPÍTULO 8

ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO INVERNAL EM ÁREA LITORÂNEA: O CASO DO DISTRITO DE CARAPINA - SERRA/ES	187
Wemerson Discanio de Oliveira , Edson Soares Fialho	

SOBRE O(A)S AUTORE(A)S	215
------------------------	-----

APRESENTAÇÃO

Este livro, na forma de coletânea, se inclui em um processo mais amplo de reflexão sobre a pesquisa em climatologia geográfica, que vem sendo desenvolvido entre os Laboratórios de Biogeografia e Climatologia (BIOCLIMA) da Universidade Federal de Viçosa e de Climatologia e Análise Ambiental (LABCAA) da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Esta obra, inicialmente, foi pensada para dar visibilidade aos trabalhos de pesquisa dos orientandos e também promover a consolidação de uma parceria, a qual propiciou o desenvolvimento e formação do Grupo de Pesquisa, já registrado no CNPQ, intitulado: Núcleo de Estudos Climáticos em Territórios Alterados (NECTA).

A junção de forças constitui um importante ponto de inflexão no processo de sistematização e produção de conhecimento climático na região Sudeste, principalmente na Zona da Mata mineira, e tem por objetivo articular pesquisas em escalas locais e regionais, bem como criar uma possibilidade de maior integração, não apenas entre os laboratórios, mas entre os Programas de Pós-graduação em Geografia envolvidos; da Universidade Federal de Viçosa (UFV), da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Nesse contexto, os trabalhos aqui apresentados são frutos de pesquisas a nível da iniciação científica e da pós-graduação, o que demonstra o grande esforço em se construir uma rede de pesquisa em climatologia geográfica.

Com relação a estruturação dos capítulos, estes foram subdivididos em duas grandes partes, o que, além de possibilitar ao leitor identificar as ideias apresentadas, cumpre a função de subsidiar as discussões, aplicações, e estudos de casos que são abordados.

Ao final dessa singela apresentação, gostaríamos de reproduzir uma mensagem, registrada em letra de música, chamada *Prelúdio*, composta por Raul Seixas e lançada em 1974, no álbum *Gita*, do mesmo autor, que diz muito e nos emociona, pois demonstra a verdadeira força do sonho no processo de construção de um mundo melhor.

Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade.
Muito obrigado a todos que nos auxiliaram nessa caminhada.

Primavera de 26 de outubro de 2020, numa noite quente e iluminada....
Os organizadores.

PREFÁCIO

REFLEXÕES E EXPERIMENTOS EM CLIMATOLOGIA

CHARLEI APARECIDO DA SILVA

O CONCEITO ANTECEDE

Ao ler um livro sempre fico a pensar nos conceitos que carregam e nas possibilidades de aplicação das ideias presentes nas páginas que me dediquei a ler – esse é um exercício que trago desde minha graduação. Ao ler “Reflexões e Experimentos em Climatologia” esse exercício foi uma constante, as proposições, os capítulos trazem consigo a aplicabilidade como um eixo norteador. Seus autores exercitam a ideia da investigação como elemento essencial para a compreensão daquilo que é precioso nos estudos da Climatologia, noções de tempo e clima. Caberá ao leitor observar como esses conceitos são tratados em cada capítulo.

O mesmo ocorre com o conceito de escala, as dimensões horizontal e vertical se articulam com a espacial, o local com o regional, a depender do momento e da proposição, se alternam em função do objeto ou do escopo da investigação.

A articulação escalar permite compreender a incursão dos sistemas frontais e a ocorrência e a distribuição das chuvas na Bacia do Rio Preto – o primeiro capítulo. A ideia têmporo-espacial em associação com os fatores do relevo traz consigo elementos de uma Climatologia que por essência é geográfica. O mesmo pode-se dizer do segundo capítulo cujo objeto é Petrópolis (RJ). A perspectiva da percepção climática do estudo traz consigo o trinômio Sorre-Monteiro-Sartori, observa-se uma preocupação em desvelar a compreensão do clima e do tempo aproximando a ideia sociedade-natureza, essa é cartografada, toma forma de instrumento de gestão territorial.

A gestão territorial é também abordada no terceiro e quarto capítulos, agora tendo como palco Juiz de Fora (MG). Nesses capítulos, observa-se o uso de técnicas e metodologias com intuito de pensar a cidade de maneira integrada e como resultado da ação humana, sintetizada historicamente. O clima urbano é visto, estudado, tendo o sítio como elemento importante, a construção social não é desprezada, de fato, é dela que surgem as dúvidas e as proposições.

No quinto capítulo, o sítio surge na forma de fatores geográficos, a Zona da Mata é apresentada. As articulações entre o regional e o local, somados às características físicas regionais,

são os elementos que levam a compreensão do clima e suas variações. A experimentação, a coleta de dados primários in loco, portanto a aplicação de técnicas-metodologia específicas ganha notoriedade. Há assim um entrelaçamento ao capítulo seguinte, o sexto capítulo, o transecto nos leva ao refinamento do método a fim de qualificar os estudos e as pesquisas em Climatologia. No sétimo capítulo, Alvinópolis é o palco. O contexto do urbano, da análise episódica e do campo térmico se faz presente, agora acrescido de modelagem computacional.

No oitavo capítulo, altera-se o cenário, as Serras de Minas Gerais dão lugar a planície costeira. O protagonismo do clima, do tempo, da experimentação e da gestão do território permanecem, assim como das escalas. Ao espaço urbano, a cidade, ao clima urbano é acrescida a maritimidade, cuja influência está representada espacialmente nas análises episódicas do campo térmico de Carapina, distrito do município da Serra, localizado no Espírito Santo.

A COMPREENSÃO DO CLIMA E DO TEMPO, UMA FAZEDURA CONSTANTE

Ao escrever este prefácio me deparei por mais uma vez com a obra de Edmon Nimer, “A climatologia da região Sudeste do Brasil - Introdução à Climatologia Dinâmica: subsídios à Geografia Regional do Brasil”, obra publicada na *Revista Brasileira de Geografia*, ano 34, 1972, disponível para consulta pública no acervo *on-line* do IBGE. Nela, Nimer escreve nas primeiras linhas:

“Ao estudar a climatologia regional do Sudeste brasileiro o primeiro fato que observamos se refere à sua notável diversificação”.

Por qual motivo as palavras de Nimer são importantes nesse momento? Explico. A diversificação salientada por Nimer ganha escalas de detalhe e de fazer, as palavras “reflexões” e “experimentos” presentes no título dessa forma ganham significado e propriedade.

A compreensão do clima e do tempo do Brasil carece de muitos estudos, a dimensão continental do país sempre foi e ainda se materializa como um desafio. Dessa forma, o livro ora prefaciado deixa claro a riqueza climática que está ainda por ser compreendida. A obra é dessa forma uma contribuição aos estudos da Climatologia brasileira, soma-se a outros esforços que estão sendo realizados por grupos de pesquisas de universidades públicas. Por isso neste momento não posso me furtar, destaco o papel desempenhado pelos programas de pós-graduação na formação de pesquisadores, isso tem sido essencial. Esse livro demonstra isso também.

Finalizo, é impossível antever aquilo que virá e quais serão os rumos da Climatologia brasileira; ciência não é achismo, deixo isso para aqueles que se encontram no campo do negacionismo panfletário ou para os obtusos oportunistas. O que consigo afirmar nesse momento. A episteme

no campo da Climatologia brasileira se demonstra consolidada; há registros de avanços no uso de técnicas e equipamentos, que possamos então ampliar nossas possibilidades de estudo, replicar e ampliar as propostas presentes nesse livro.

Aos leitores, desejo uma leitura profícua e prazerosa.

Aos autores, registro meus agradecimentos pelo convite.

Que venham outros livros! Outras fazeduras nos aguardam.

Charlei Aparecido da Silva

Primavera de 2020

Um ano excepcional, nele, palavras até então desconhecidas, pouco usuais, se fizeram presente.

Que possamos deixar de ouvi-las.

PARTE I
PERCEPÇÃO CLIMÁTICA
E EVENTOS EPISÓDICOS
DE CHUVA E SUAS
REPERCUSSÕES
SOCIOECONÔMICAS

A INCURSÃO DOS SISTEMAS FRONTAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO – UM ESTUDO TEMPORO-ESPACIAL

DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA
CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

INTRODUÇÃO

As frentes representam o encontro entre massas de ar que possuem características de pressão, temperatura e umidades distintas. Suas peculiaridades têm relação direta com as particularidades do local que se originaram e podem trazer chuvas ou não por onde passam.

Tais fenômenos meteorológicos estão constantemente sendo abordados no meio científico e no senso comum, mas ambos os conhecimentos têm relações diferentes com a sua incursão. Se por um lado a Climatologia ainda encontra incertezas para com a imprevisibilidade climática e os sistemas frontais, sendo esta ainda pouco explorada em termos de pesquisas específicas dos sistemas frontais, por outro, o fato de ter como característica as mudanças abruptas de temperatura faz com que as frentes sejam percebidas e registradas pela percepção das sociedades quando em sua passagem.

Assim, mesmo que as formas de assimilá-la sejam distintas, tem-se pontos e fatos que os colocam em sinergia. Uma dessas questões é a ocorrência de eventos com duração temporo-espacial prolongada e que podem ocasionar eventos extremos de chuva, bem como enchentes, alagamentos, movimentos de massa, dentre outros fenômenos a ela interligados.

Enquanto pesquisadores estão somando esforços para compreender as características da atmosfera, os balanços de energia e umidade do local de origem e dispersão de uma frente, bem como das regiões por onde vão passando, gerando movimentação do ar e a formação de nuvens e chuva, uma vez que tais chuvas podem durar horas e dias, dependendo do lugar de origem, das características locais e de manutenção da umidade, da época do ano, entre outros fatores de formação do clima, das nuvens e das chuvas. Vem ocorrendo, paralelamente, um outro movimento indireto por parte da população, preocupada com possíveis danos e transtornos provenientes do excepcionalismo no clima. Atrela-se a estes as características da população e do ambiente onde as

massas de ar perpassam, pois o grau de vulnerabilidade socioambiental varia conforme os aspectos econômicos, sociais, de instrução, de moradia, dentre outras.

Neste contexto, se por um lado os cientistas vêm pensando novas formas de mitigar danos provenientes de eventos climáticos extremos, por outro, tem-se uma população que precisa perceber o clima, as relações com seu espaço imediato e ficar em um constante estado de alerta. Principalmente nos meses de verão, quando há uma concentração maior de chuvas na região Sudeste do Brasil, uma vez que a má gestão e planejamento atrelados à segregação socioespacial, acabam levando-as a ocupar áreas consideradas de risco. Tal região se caracteriza por apresentar relevo marcado pela presença de morros e atuação de massas de ar que carregam bastante umidade, as quais acentuam a vulnerabilidade socioambiental.

Assim, pensar formas de conhecer o clima dos lugares, bem como as possibilidades de prevenção quando em incursão de sistemas frontais deixa de ser apenas uma necessidade e passa a ser considerado um compromisso por parte dos pesquisadores. Destarte, o objetivo deste estudo foi identificar padrões e processos ligados à incursão dos sistemas frontais e suas correlações com a gênese das chuvas na região onde se localiza a bacia hidrográfica do rio Preto – MG/RJ. Buscou-se identificar possíveis rotas e caracterizar a dinâmica de atuação das frentes em anos padrão de chuva (2006, 2007 e 2008).

A justificativa que se faz é a de que tal área de estudo se localiza numa região marcada pela complexidade climática devido a sua correlação com o relevo, o qual além de influenciar nas próprias tipologias de tempo, têm relação direta com a ocorrência de riscos à ocorrência de desastres. Optou-se por trabalhar com anos padrão com o intuito de identificar processos habituais e não habituais nas incursões de sistemas frontais.

Estudos como este contribuiriam para o entendimento da gênese das chuvas e poderiam ser utilizados como forma de alertar a população, apenas quando em real momento de previsão de impactos. Com isto a população poderia viver mais tranquila, o que melhora tanto a sua qualidade de vida pré e pós-impacto, como a cotidiana.

REFERENCIAL TEÓRICO

Como o objeto deste estudo são as frentes e as chuvas provenientes de sistemas frontais, optou-se por, antes de iniciarmos uma revisão teórico-metodológica sobre a circulação climática global e as frentes, descrever quais os tipos de chuva e a sua formação. Tal opção se pautou no fato de que as três principais tipologias de chuva são as por convergência, as orográficas e as frontais (CUADRAT e PITA, 1997, *apud* SANCHES *et al.*, 2014), as quais recebem estes nomes de acordo como o processo genético que as deram origem, e tem relação direta com as massas de ar, frentes e características do local onde foram registradas.

As chuvas por convecção, por exemplo, são de grande intensidade e formadas à partir das nuvens *cumulus* e *cumulus nimbus*, devida a ascensão do ar, enquanto que as chuvas orográficas são formadas no momento em que uma massa de ar é forçada a ascender quando há uma barreira montanhosa. As chuvas frontais, por sua vez, se dão a partir do contato entre massas de ar quentes e frias, ocasionando a movimentação do ar e a formação de nuvens (SANCHES *et al.*, 2014).

Pelo fato de ser a incursão dos sistemas frontais e as chuvas provenientes desta o objeto de estudo desta pesquisa, será dada maior ênfase ao que estes são e como são particularizados. As frentes são um dos tipos de distúrbios transientes e caracterizadas por ocasionarem mudanças bruscas de temperatura e umidade (ANDRADE, 2005), uma vez que representam regiões de transição entre massas de ar distintas, sendo comuns nas latitudes extratropicais.

As zonas frontais, por sua vez, são marcadas pela vortacidade ciclônica, gradientes horizontais de pressão e temperatura, umidade e rápida formação de nuvens (CARLSON, 1991 *apud* ANDRADE, 2005). Antes, porém, de iniciarmos a fala sobre as conceituações e caracterizações de um sistema frontal, optou-se por destacar quais estudos tiveram relação com a sua adoção enquanto objeto de pesquisa, bem como as primeiras aproximações com a ocorrência de uma circulação climática global.

Uma dessas primeiras teorias foi a de Bjerknes (1919) e Bergeron (1928), entre outros noruegueses, ligados à teoria da Frente Polar (CUADRAT e PITA, 1997, *apud* SANCHES *et al.*, 2014). Segundo Bjerknes (1919) haveria relações entre os sistemas frontais quentes e frios e os ciclones (*apud* RIBEIRO, 2014), enquanto que Bergeron (1928) introduziu os termos frontólise e frontogênese quando tentou explicar a formação e dissipação das massas de ar e sua formação e movimentação à partir de regiões com características diferentes (ANDRADE, 2005).

Também a classificação das frentes, conforme as propriedades físicas e dinâmicas das massas de ar que separam, surge neste período. A nomenclatura utilizada até hoje é a adotada por este clássico modelo da Escola Norueguesa, para o qual “as frentes podem ser classificadas como frente fria, quente, estacionária e oclusa” (ANDRADE, 2005, p. 34), conceituando como frente fria quando a massa de ar frio avança sobre a massa de ar quente e frente quente quando ocorre o inverso (RIBEIRO, 2014).

A existência de frentes frias e quentes está relacionada aos ciclones extratropicais, caracterizados por possuírem o lado voltado para o equador quente e um lado mais frio de sentido direcionado aos polos (RIBEIRO, 2014).

Os modelos e explicações para os sistemas frontais produzidos pela Escola Norueguesa foram utilizados por mais de meio século e ainda são referenciados mesmo que já se saiba que não se ajustam perfeitamente a todas as regiões do globo (ANDRADE, 2005 e RIBEIRO, 2014). Principalmente para a América do Sul, caracterizada por ter uma extensão territorial menor que a europeia e uma topografia particular marcada por elevações como a Cordilheira dos Andes e, em termos de Brasil, as Serras do Mar e da Mantiqueira (RIBEIRO, 2014).

Há, portanto, inúmeros outros autores que foram realizando estudos mais aprofundados e específicos sobre a dinâmica da atmosfera e suas áreas de estudos. Pautados nestes foram sendo inseridos novos conceitos, como o de esteira transportadora (HARROLD 1973 *apud* ANDRADE, 2005; BROWNING, 1986 *apud* RIBEIRO, 2014), bem como teorias e abordagens de aplicação, como a teoria dos fluxos polares de Serra e Ratisbona (1942).

Atualmente, os avanços tecnológicos de equipamento e pessoal especializado, tem-se uma gama de pesquisas que criaram e utilizam de distintos modelos conceituais para a identificação e análise das frentes. Alguns destes vem demonstrando “que a banda de nebulosidade associada às frentes quentes é normalmente mais larga que as correspondentes às frentes frias e comumente organizada em forma de bandas”, enquanto que “frentes quentes são menos extensas que as frentes frias” (RIBEIRO, 2014, p. 12). Tal justificativa é a de que na região frontal quente é comum a presença de nuvens do tipo *cumulunimbus* nas imediações do ciclone extratropical, ao passo que a frente fria pode se estender a locais mais distantes do ciclone (RIBEIRO, 2014, p. 12).

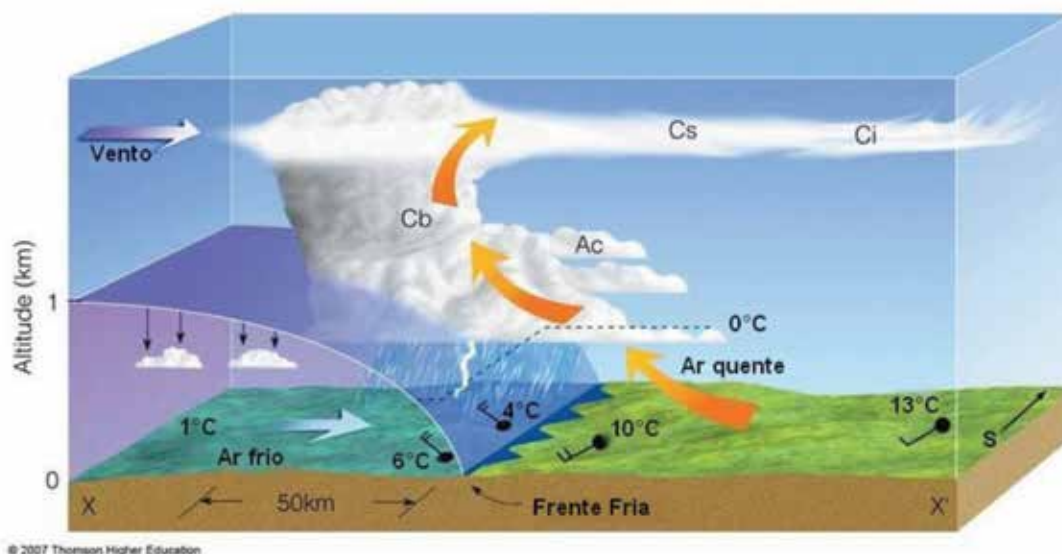
A explicação para a diferenciação entre tais sistemas se pauta nos sentidos dos deslocamentos, bem como nas propriedades físicas destas frentes. Sales (2014, p. 22) ressalta que:

a forçante frontal ocorre quando uma massa de ar se desloca sobre uma região mais quente e a camada atmosférica que está em contato direto com a superfície é aquecida por condução, gerando instabilidade. O movimento convectivo resultante transfere o ar aquecido para níveis mais elevados. O resfriamento causado pela expansão do ar em movimento ascensional é responsável pela gênese de nuvens convectivas (tipo cúmulos ou cumulonimbos). No caso inverso, quando uma massa de ar quente se desloca sobre uma área mais fria, o ar quente perde gradualmente calor, por condução. Esse resfriamento provoca tendência à estratificação do ar e faz aumentar a estabilidade atmosférica na camada vizinha à superfície que, por seu turno, inibe os movimentos convectivos.

Tal zona frontal é caracterizada, conforme visto na Figura 1, por uma intensa variação de pressão, ventos e temperatura, uma vez que representa a transição entre as massas de ar. É uma região caracterizada por frentes que carregam as características das massas de ar de que fazem parte e que podem se formar tanto no oceano como no continente (SANCHES *et al.*, 2014), havendo a necessidade de reconhecer os tipos de massa de ar, para à partir daí conseguir compreender as características das frentes que chegam em determinado local.

Assim sendo, o estudo dos sistemas frontais precisa considerar tanto a sua variabilidade no espaço, como no tempo, bem como sua duração, intensidades e repercussão. Sua variabilidade é, inclusive, marcada pela sobreposição escalar.

Figura 1: Modelo de um sistema frontal



Fonte: USP/IAG, (2015), citado por Araújo (2015, p. 15).

Em termos espaço-temporais, tem-se, conforme ressaltado por Baldo (2005, p. 5) que:

no âmbito global, as frentes surgem como uma maneira de compensar o balanço positivo de radiação nas regiões equatoriais e negativo nas regiões polares (WALLACE; HOBBS, 2006), transportando ar frio para as latitudes baixas e quente para as latitudes altas. Na escala sinótica ou menor, existem muitos mecanismos responsáveis pela formação e intensificação de frentes.

É essa sazonalidade da distribuição da radiação solar que influencia a própria dinâmica das frentes, visto que provoca o aquecimento e expansão da atmosfera na região tropical e o resfriamento e contração nos polos. O resultado é um gradiente de pressão de sentido do equador para os polos (CECILIO, 2015, p. 5). Outro fator importante na distribuição e movimentação dos sistemas frontais é a topografia. Grandes cordilheiras e serras, por exemplo, podem ser barreiras que impedem ou direcionam o percurso dos sistemas frontais, como é o caso da Cordilheira dos Andes na América do Sul, que direciona as massas de ar originárias no oceano Pacífico para o próprio continente ou para o oceano Atlântico (ANDRADE, 2005). Sobre tal compartimento morfológico, Ribeiro (2014, p. 12-13) chega a fazer ponderações e destaca que

A Cordilheira dos Andes tem um efeito defletor nos ciclones extratropicais, forçando a passagem destes pelo extremo sul do continente sul-americano (SELUCHI *et al.*, 1998), o que também modifica as características das frentes envolvidas. Por ser um continente pouco extenso longitudinalmente nas latitudes médias, os ciclones na América do Sul, quando se formam sobre o continente, logo se movem para o Oceano Atlântico.

Identificar o local de origem de um sistema frontal é, portanto, fundamental, pois permite entender o modo como estes avançam ou recuam frente às demais. As regiões frontogênicas

são caracterizadas por apresentarem frontogêneses (intensificação da frente) ou frontólise (enfraquecimento das frentes) (PETTERSON, 1935, *apud* RIBEIRO, 2014). Os modelos que permitem classificar tais regiões são produzidos considerando os gradientes horizontais e temporais da temperatura potencial, pressão, entre outras, bem como os processos físicos de deformação das parcelas de ar, aquecimento adiabático e movimento vertical (RIBEIRO, 2014).

As regiões a leste da Cordilheira dos Andes, como a Sul e Sudeste do Brasil, são frontogenéticas e representam local onde as frentes se intensificam ou se formam (ALTAMIRANO, 2010; RIBEIRO, 2014, BALDO, 2006). A frontogênese localizada no Sudeste da América do Sul é caracterizada por sistemas frios, formados por ciclones extratropicais que se localizam sobre o Oceano Atlântico, mas “sistemas frontais quentes também afetam o tempo no Sudeste da América do Sul” (RIBEIRO, 2014, p. 1). Estudos realizados por Catto *et al* (2002, *apud* RIBEIRO, 2014) chegam a ser conflitantes com as teorias vigentes, visto que concluíram que as frentes quentes causariam mais precipitações, que frentes frias. Também Carvalho e Fedorova (2011, *apud* RIBEIRO, 2014) associaram a ocorrência de nevoeiro com sistemas frontais quentes na região Sul. Daí a necessidade de aplicação de modelagens para ambos os sistemas frontais, visando prever sua recorrência e repercussões.

Também o período de ocorrência de tais sistemas frontais precisa ser considerado. Uma frente atuante nos meses de verão não será similar as atuantes no inverno, visto que dada as diferenças de entrada de radiação no sistema Terra a sua duração e intensidades serão diferentes. No inverno, tem-se a possibilidade de geadas e nevoeiro nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, enquanto que no verão, apesar de não causar quedas tão bruscas de temperatura, podem ocasionar atividades convectivas e aumento do quantitativo de chuvas.

Andrade (2005) chega a destacar que “um dos sistemas sinóticos mais importantes sobre a América do Sul é o sistema frontal. Tais sistemas são ativos durante o ano todo, e podem penetrar até latitudes tropicais e sem dúvida são partes fundamentais dos regimes de precipitação e temperatura em quase todo o continente”. Estes podem “causar chuvas intensas, ventos fortes, geadas, com impactos na agricultura, recursos hídricos, setor econômico e social” (ANDRADE, 2005, p. 29).

Vale destacar ainda que, mesmo sendo as regiões Sul e Sudeste as que mais ocorrem a atuação de frentes, também as regiões Norte e Nordeste do Brasil apresentam correlação entre as chuvas e os sistemas frontais. Araújo (2015, p. 13), após leituras de vários referenciais bibliográficos, destaca que:

os sistemas frontais que têm origem em latitudes altas e médias no hemisfério sul, podem atingir as latitudes tropicais quando os padrões de circulação em latitudes subtropicais são favoráveis. A ocorrência destes sistemas frontais em latitudes subtropicais influencia de maneira significativa o regime de chuvas no setor sul do Nordeste, onde há casos de frentes frias intensas que adentraram o sul da Bahia. Esses eventos são bastante frequentes de Novembro a Fevereiro e apresentam uma grande variabilidade interanual.

Também Oliveira (1986) realizou estudos entre os sistemas frontais e a convecção na Amazônia, enquanto que Kousky (1979 *apud* ANDRADE, 2005) chegou a constatar o importante papel da penetração de sistemas frontais nas chuvas da região Sul do Nordeste.

Assim sendo, estudar a incursão dos sistemas frontais precisa ser um ato realizado para todas as regiões do país, visto que teóricos já concluíram que há a sua atuação em distintas partes do território brasileiro, e que distintas possibilidades de interações podem ser observadas. Principalmente no Brasil, país tão diverso.

Partindo desse contexto, a seguir, será apresentada uma metodologia que foi empregada com o intuito de observar as incursões dos sistemas frontais em uma bacia hidrográfica da região Sudeste do Brasil.

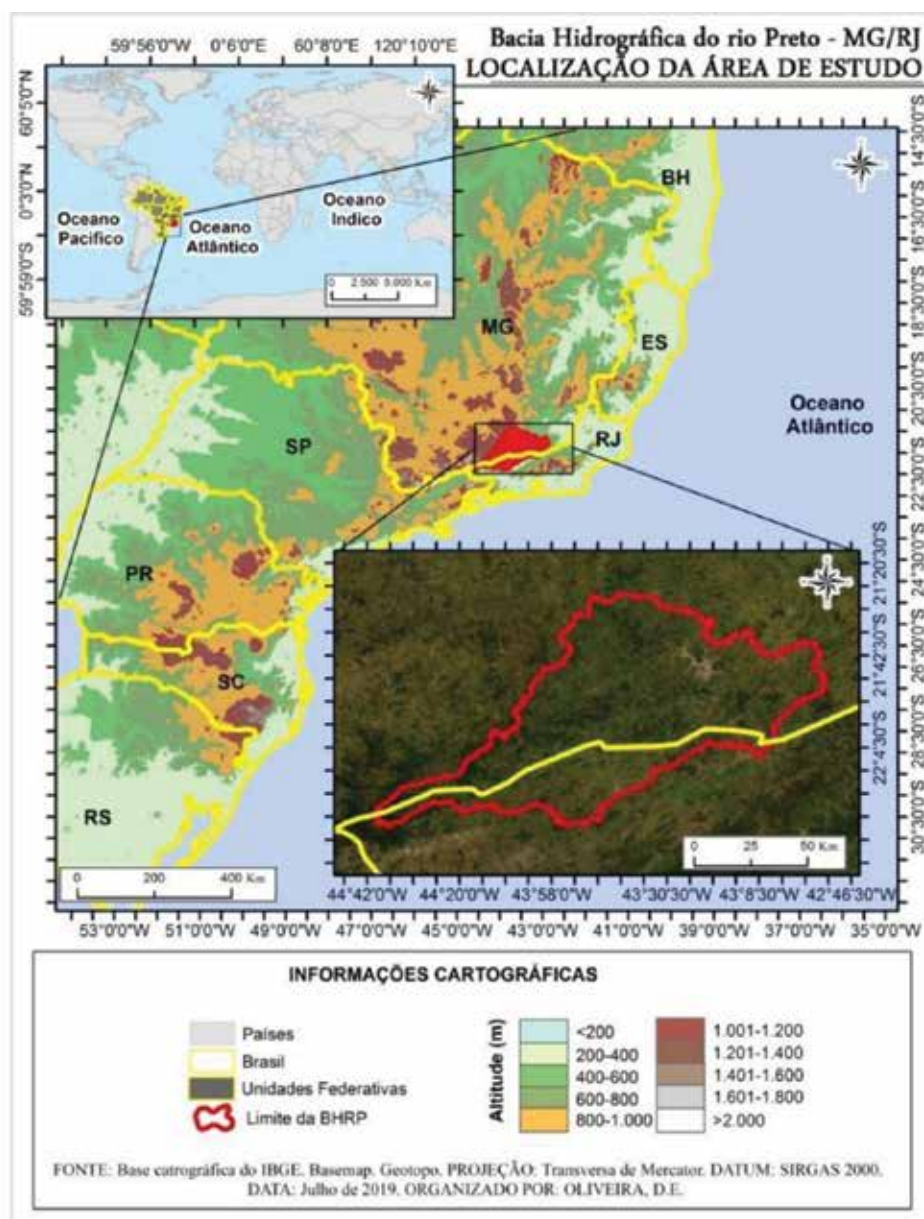
METODOLOGIA

A metodologia empregada foi desmembrada em duas partes as quais representam uma opção teórico-metodológica de primeiramente apresentar as características socioambientais da unidade de estudo, bem como as da interação atmosfera-superfície que nela ocorre. Numa segunda etapa apresentar-se-á, o método empregado na identificação, quantificação e síntese dos sistemas frontais. A escala espacial analisada é a da bacia hidrográfica do rio Preto-MG e seu entorno, enquanto que a escala temporal é a de anos padrão de chuva (2006, 2007 e 2008) na escala diária. A escolha de tais recortes se embasou em trabalhos realizados anteriormente (OLIVEIRA, 2013 e 2016) e na teoria de análise rítmica de Monteiro (1971).

A) CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A unidade territorial de estudo foi a bacia hidrográfica do rio Preto (BHRP), a qual se localiza na região Sudeste do Brasil. Esta engloba o Noroeste do estado do Rio de Janeiro e o Sudeste do estado de Minas Gerais (Figura 2), além de fazer limite com o estado de São Paulo. A BHRP abarca 37 municípios, dentre os quais 9 pertencentes ao Estado do Rio de Janeiro e 28 ao Estado de Minas Gerais, ocupando uma área de cerca de 8.593 km² e apresenta uma população de cerca de 5.259.067 habitantes (IBGE, 2010).

Figura 2: Localização da área de Estudo



Fonte: Elaborado pelas autoras.

É uma sub-bacia da Bacia do *Rio Paraíba do Sul*, a qual é pertencente a região hidrográfica da bacia do *Atlântico Sudeste* (ANA, 2013), e possui três rios principais como seus afluentes: o rio Paraíba, o rio do Peixe e o rio Cágado. Seu rio principal é o rio Preto, o qual tem a bacia de maior extensão entre as da BHRP (248 km²), seguida da bacia do rio do Peixe (186 km²), da do rio Cágado (127 km²) e por fim da bacia do rio Paraíba (113 km²).

Partindo de sua posição geográfica, é possível dizer que a área de estudo, em termos climáticos, sofre influência de fatores dinâmicos e estáticos (NIMER, 1979). Conforme ressaltado por Nimer (1989) os fatores dinâmicos são representados pela própria dinâmica da atmosfera,

enquanto que os fatores estáticos são a morfologia do relevo e a posição em relação ao oceano. Juntos compõem o clima regional.

Sua localização na zona térmica Tropical (CONTI, 1989) atrelada a uma sazonalidade bem definida dos elementos climáticos e encontros entre os sistemas extratropicais e os tropicais, marcam um complexo dinamismo temporo-espacial de tipologias de tempo na BHRP. Enquanto que seu posicionamento a Centro-Oeste da Serra do Mar, em uma região denominada segundo Ab'Saber (1970) como Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morro” Florestados, e da Mantiqueira vem favorecendo a uma caracterização de regimes climáticos de forte influência da orografia. A atuação predominante é das massas de ar originárias sobre o oceano e uma pequena atuação das de origem continental podem ser observadas, o que significa massas de ar ainda com presença de muita umidade.

O fato da bacia se localizar próxima ao oceano Atlântico também precisa ser considerado. Em primeiro lugar, porque esta distância varia entre 61,62 Km e 129,9 Km e que isso implica em uma realidade climática caracterizada pela presença de massas de ar que ainda carregam muita umidade e que consequentemente faz com se tenha volumes de precipitação que podem chegar aos 1000mm e 3500mm em anos tidos como úmidos. Em segundo lugar, porque ao se deslocarem perpassam pela Serra do Mar, fazendo com que grande parte da umidade fique pelo caminho, devido aos mecanismos adiabáticos de compressão e dispersão e a formação das chuvas orográficas a barlavento.

A BHRP é caracterizada pela atuação mais frequente e predominante da Massa Tropical Atlântica (mTa), da Massa Polar Atlântica (mPa) e dos seus sistemas frontais, que normalmente, na região, alteram a temperatura, podendo acarretar a presença de precipitações. Também há a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), o qual é um importante fornecedor de umidade e um dos fatores responsáveis pelas precipitações no final da primavera e verão (FERREIRA, 2002 e OLIVEIRA, 2016). A média anual das precipitações gira em torno de 1536 mm anuais na bacia (ANA, Hidroweb), mas há pontos como Fazenda das Agulhas Negras em que já foram registrados totais superiores aos 3500mm (1983).

Em escala local, estudos realizados por Oliveira *et al* (2014 e 2015) comprovaram que é a morfologia e a morfoestrutura do relevo, atreladas aos padrões de cobertura da terra, os principais diferenciadores de unidades climáticas na área de estudo. A parte mais elevada da bacia se localiza no maciço do Itatiaia, na Unidade Geomorfológica Planalto de Itatiaia, a Oeste e Sudoeste da bacia onde podem ser encontradas altitudes que chegam aos 2400 metros. O que predominam na área de estudo são as altitudes entre 600 e 900 metros, correspondendo a cerca de 60,0% de seu total.

Próximo a Serra de Itatiaia (Sudoeste da área de estudo), que apresenta uma amplitude topográfica que varia entre 1000 e 2400 metros (na bacia), são encontrados os maiores valores de precipitação, variando em torno de 1800 a 2400 mm. Esta área apesar de representar apenas 3/10 de toda a bacia, corresponde a cerca de 32,5% da precipitação que ocorre na mesma, por favorecer a ocorrência de chuvas orográficas, ao constituir-se como uma barreira aos ventos úmidos vindos do oceano.

B) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram divididos em etapas, as quais mesmo que apresentem passos individuais, trazem resultados que possibilitaram a integração de informações e uma síntese final. As etapas são as apresentadas a seguir.

- *Etapas 1: Análise Sinótica e identificação de dias sob atuação de frentes frias*

A primeira etapa foi a coleta de Cartas Sinóticas da Marinha disponíveis no link <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>. O levantamento ocorreu analisando as cartas das 00 e 12 horas diariamente, uma vez que se pretendia chegar ao máximo de detalhamento temporal nos episódios de frentes. Tais cartas são baseadas em campos de pressão atmosférica e permitem observar os sistemas frontais, as massas de ar, as ZCAS assim como suas dinâmicas e trajetórias, possibilitando aferir as tipologias de tempo que prevaleceram nos anos estudados.

A fim de garantir que a dimensão regional do clima fosse considerada, optou-se por analisar os sistemas frontais que estivessem em atuação dentro de um quadrante que abrangesse as coordenadas geográficas 15°00'00" e 35°00'00" Sul e 35°00'00" e 55°00'00" Oeste. A escolha dessa delimitação espacial buscou facilitar a observação do sequenciamento da movimentação atmosférica desde o momento que os sistemas frontais atingissem a região Sul do país, até o momento que perpassassem a bacia e regiões limítrofes. Tais dados foram comparados com os resultados obtidos anteriormente por Oliveira (2016), que considerou um recorte menor, com a finalidade de visualizar qual o quantitativo de frentes atuaram nos anos analisados e quais de fato trouxeram chuvas à BHRP. De posse das cartas sinóticas para os três anos, e em consulta aos boletins climáticos mensais do Climanálise, iniciou-se a análise. Utilizou-se ainda, de informações de superfície, dos elementos meteorológicos precipitação e temperatura, e revisões de literatura, visando constatar a possibilidade de atuação de um sistema frontal naquele dia. Vale ressaltar que foi inviável a aquisição das cartas sinóticas em alguns dias (Quadro 1), dada a disponibilidade de coleta das mesmas.

Quadro 1: Dias com falhas nas cartas sinóticas

ANO	MÊS	DIAS
2006	Fevereiro	6, 12
	Abril	14
	Junho	1 a 30
	Julho	19 a 31
2007	Novembro	24
2008	Maio	1, 31

Fonte: Organizado pelas autoras.

A informação coletada foi a presença ou não de frente no quadrante analisando, tendo sido registradas todas as frentes frias, bem como nos dias em que dois tipos de frentes diferentes

estivessem presentes. Com base nesses dados fez-se a quantificação mensal, sazonal e anual da atuação das frentes frias e a sua representação sob a forma de gráficos.

- *Etapa 2: Organização dos dados de chuva*

Visando analisar a ocorrência de chuvas em dias sob atuação de sistemas frontais, fez-se o levantamento das chuvas entre os dias entre 01 de janeiro de 2006 e 31 de dezembro de 2008. As informações foram o acumulado de chuva por dia.

Devido ao fato da escala espacial adotada ter sido a da bacia hidrográfica do rio Preto, optou-se por considerar todas as estações meteorológicas presentes nesta e que possuísem dados disponíveis no *site* da Agência Nacional das Águas (ANA) para o período em questão.

Após levantamento e filtragem dos dados, considerou-se 22 estações (Tabela 2: Estações meteorológicas de coleta de dados de chuva) para o levantamento e identificação de períodos de chuva em dias de atuação de sistemas frontais. Tais estações serviram de base para que episódios fossem estudados. Estes são:

a) **Episódio 1:** 15 a 18 de setembro de 2006;

b) **Episódio 2:** 15 a 20 de outubro de 2006;

c) **Episódio 3:** 21 a 25 de setembro de 2008;

d) **Episódio 4:** 22 a 26 de julho de 2007 e

e) **Episódio 5:** 22 a 25 de outubro de 2008. A seleção desses episódios ocorreu após levantamento de todos os eventos de frentes, seguida da identificação dos eventos de frentes e com chuvas e, por fim, considerando eventos com características distintas.

Quadro 2: Estações meteorológicas de coleta de dados de chuva

Código	Nome	Município
2244039	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	RESENDE
2244037	FUMAÇA	RESENDE
2244038	PONTE DO SOUZA	RESENDE
2244047	VISCONDE DE MAUÁ (ESC. AGROT)	RESENDE
2243008	MANUEL DUARTE	RIO DAS FLORES
2243007	TABOAS	RIO DAS FLORES
2243006	PENTAGNA	VALENÇA
2244033	SANTA ISABEL DO RIO PRETO	VALENÇA
2243005	VALENÇA	VALENÇA
2244035	SANTA RITA DO JACUTINGA	SANTA RITA DO JACUTINGA
2243202	FAZENDA SÃO GABRIEL	RIO PRETO
2244036	ZELINDA	PASSA VINTE
2143013	ESTEVÃO PINTO	MAR DE ESPANHA
2143011	CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	LIMA DUARTE
2143019	USINA BRUMADO	LIMA DUARTE
2143020	CHAPEU DUVAS	JUIZ DE FORA
2143070	JUIZ DE FORA - JUSANTE	JUIZ DE FORA
2143016	TORREÕES	JUIZ DE FORA
2244064	PEDREIRA (PACAU)	BOM JARDIM DE MINAS
2144016	TABUÃO	BOM JARDIM DE MINAS
2244058	MIRANTÃO (CAPELINHA DAS FLORES)	BOCAINA DE MINAS
2143021	SOBRAJI	BELMIRO BRAGA
2243004	CONSERVATORIA	VALENÇA

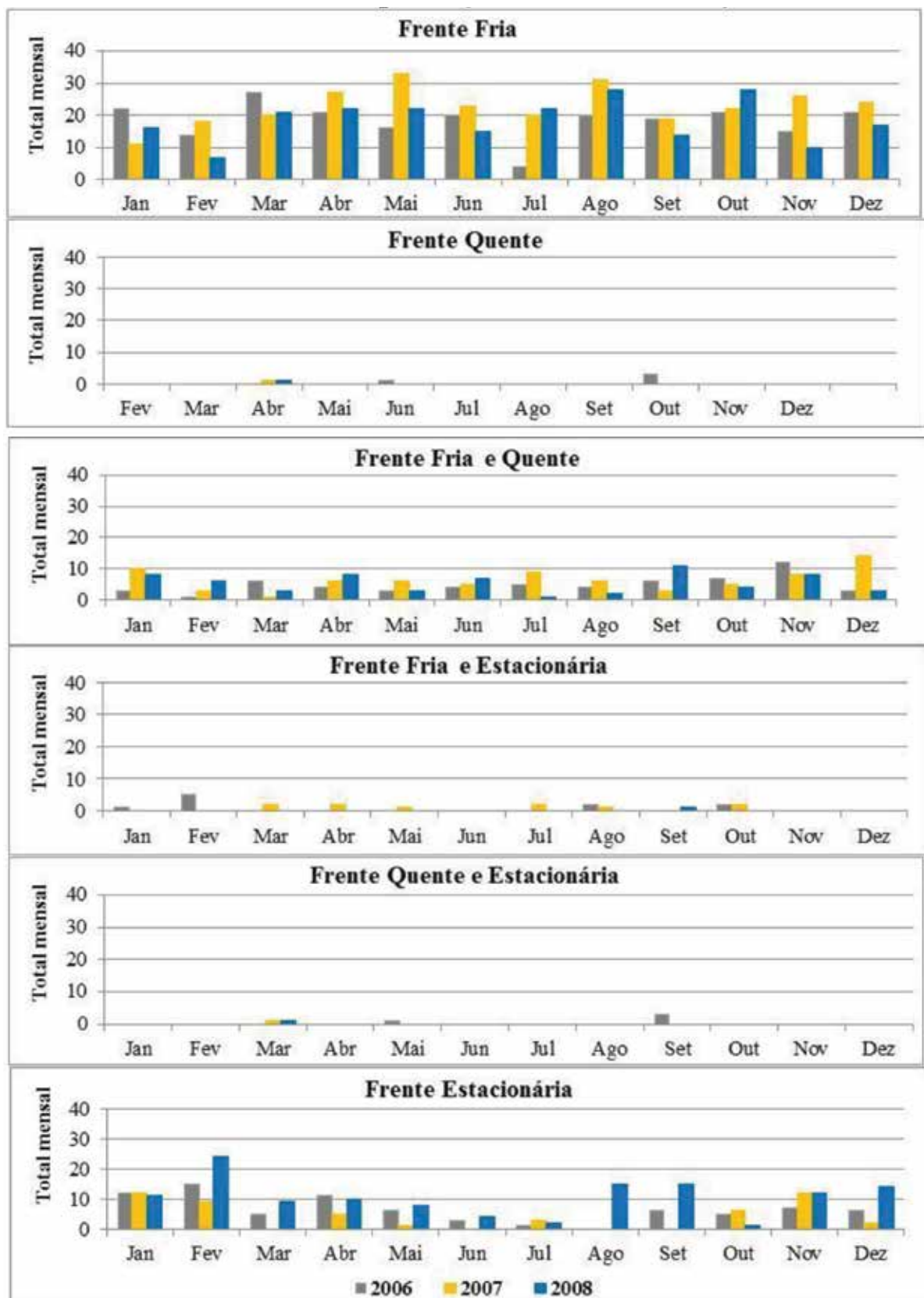
Fonte: Organizado pelas autoras.

RESULTADOS

No que tange a atuação dos sistemas frontais (Figura 3), constatou-se que o maior quantitativo foi para as frentes frias (716 dias), seguida das frentes estacionárias e oclusas (202 dias). A ocorrência de frentes quentes, atuando com exclusividade no quadrante analisado, ocorreu em apenas 6 dos dias estudados. Comparando os anos constatou-se que o ano seco (2006) foi o que apresentou maior quantitativo de frentes frias (274 dias) e frias e quentes (76 dias), mas foi o ano com menos passagens de frentes estacionárias e oclusas (50 dias).

O ano chuvoso (2008), por sua vez, foi o com maior número de dias sob atuação de frentes estacionárias e oclusas (125 dias). Tal questão pode ter relação direta com a variabilidade anual das chuvas nestes anos, uma vez que frentes oclusas e estacionárias são caracterizadas por trazerem mais chuvas.

Figura 3: Quantitativo de dias sob atuação de sistemas frontais

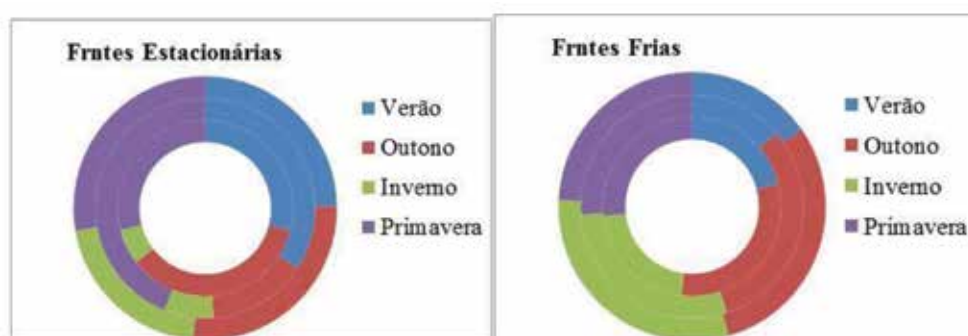


Fonte: Organizado pelas autoras.

Com relação a sazonalidade dos dados (Figura 4), constatou-se que são os meses de outono que registraram maior quantitativo de frentes frias (209 dias), enquanto que nos de verão estas tiveram uma menor participação nas tipologias de tempo (105 dias).

O que vai de encontro ao já constatado por outros autores como, Andrade (2005) que destaca o fato de haver “uma diminuição de sistemas frontais em direção a latitudes mais baixas e menor frequência no verão. No inverno mais frentes frias conseguem avançar pelo interior do Brasil” (ANDRADE, 2005, s/p).

Figura 4: Quantitativo de dias de atuação de frentes por estação do ano



Fonte: Organizado pelas autoras.

Analisando a sazonalidade entre os anos padrão, constatou-se que o ano habitual (2006) foi o que apresentou maior quantitativo de frentes no verão e que os anos seco e chuvoso apresentaram um quantitativo similar para esta estação do ano. O outono, inverno e primavera do ano seco foram os com maiores quantitativos de frentes frias. Tal distribuição temporal das frentes pode ter relação direta com a diminuição das chuvas registradas neste ano.

Constatou-se ainda que, enquanto o ano seco apresentou maior quantitativo de frentes frias, o ano chuvoso apresentou destaque para as frentes estacionárias, tendo tido um aumento de 5 vezes no seu quantitativo de frentes, quando comparado ao encontrado no inverno do ano habitual.

Analisando tais resultados em comparação com os encontrados por Oliveira (2016) (Quadro 3), quando em análise das frentes que estiveram no quadrante sob a BHRP nos anos de 2006, 2007 e 2008, constatou-se que em apenas 60,0% das vezes que uma frente foi identificada no quadrante 15°00'00" e 35°00'00" Sul e 35°00'00" e 55°00'00" Oeste (Quadro 4), ela foi identificada na BHRP (OLIVEIRA, 2016). Tal resultado permite dizer que há uma redução da passagem de frentes frias constatada no avanço de menos 5° de latitude.

Quadro 3: Dias sob atuação de frentes frias encontrados por Oliveira (2016)

Número de dias sob atuação de frentes frias													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
2006	15	16	19	16	9	3	4	7	13	13	18	9	142
2007	17	10	3	11	13	7	9	9	4	9	22	14	128
2008	15	17	9	13	10	4	8	14	20	11	16	14	151

Fonte: Oliveira (2016).

Quadro 4: Dias sob atuação de frentes frias encontrados 15°00'00" e 35°00'00" Sul e 35°00'00" e 55°00'00" Oeste

Frente Fria													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
2006	22	14	27	21	16	20	4	20	19	21	15	21	220
2007	11	18	20	27	33	23	20	31	19	22	26	24	274
2008	16	7	21	22	22	15	22	28	14	28	10	17	222

Fonte: Organizado pelas autoras.

Em tal estudo foi constatado que há uma relação entre o número total anual de frentes e os volumes totais anuais de precipitação (Quadro 5) sendo que o ano mais chuvoso (2008) teve uma maior atuação das frentes na gênese das chuvas, enquanto o ano mais seco (2007) uma menor atuação. Vale destacar que essa tabela diz respeito à presença de frentes no quadrante analisado na carta sinótica e não às frentes que chegaram realmente à área de estudo.

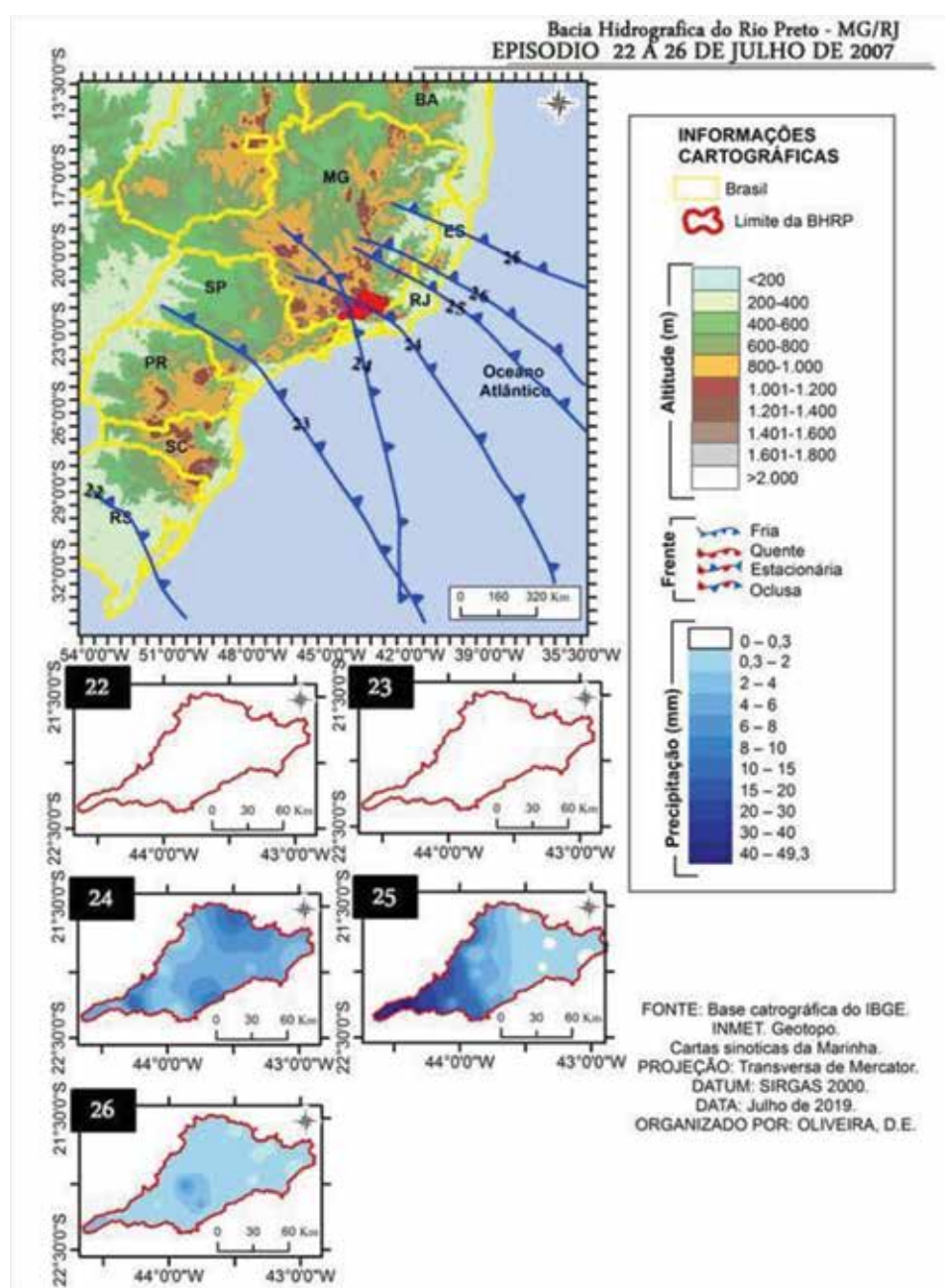
Quadro 5: Porcentagem de dias sob atuação de frentes frias

Porcentagem de dias chuvosos por sistema - 2006	
Ano	Frentes Frias
2006	76,9
2007	79,5
2008	94,0

Fonte: Oliveira (2016).

Em termos de análise episódica, constatou-se que o Episódio 1 (Figura 5), caracterizado pela passagem de uma frente fria típica de inverno, ocasionou registros de chuvas, principalmente nos dias em que a frente estava posicionada sobre a BHRP. Após passagem da frente, no dia 25, ainda houve quantitativo de chuvas, mas este foi considerado inferior aos demais dias.

Figura 5: Episódio 22 a 26 de julho de 2007



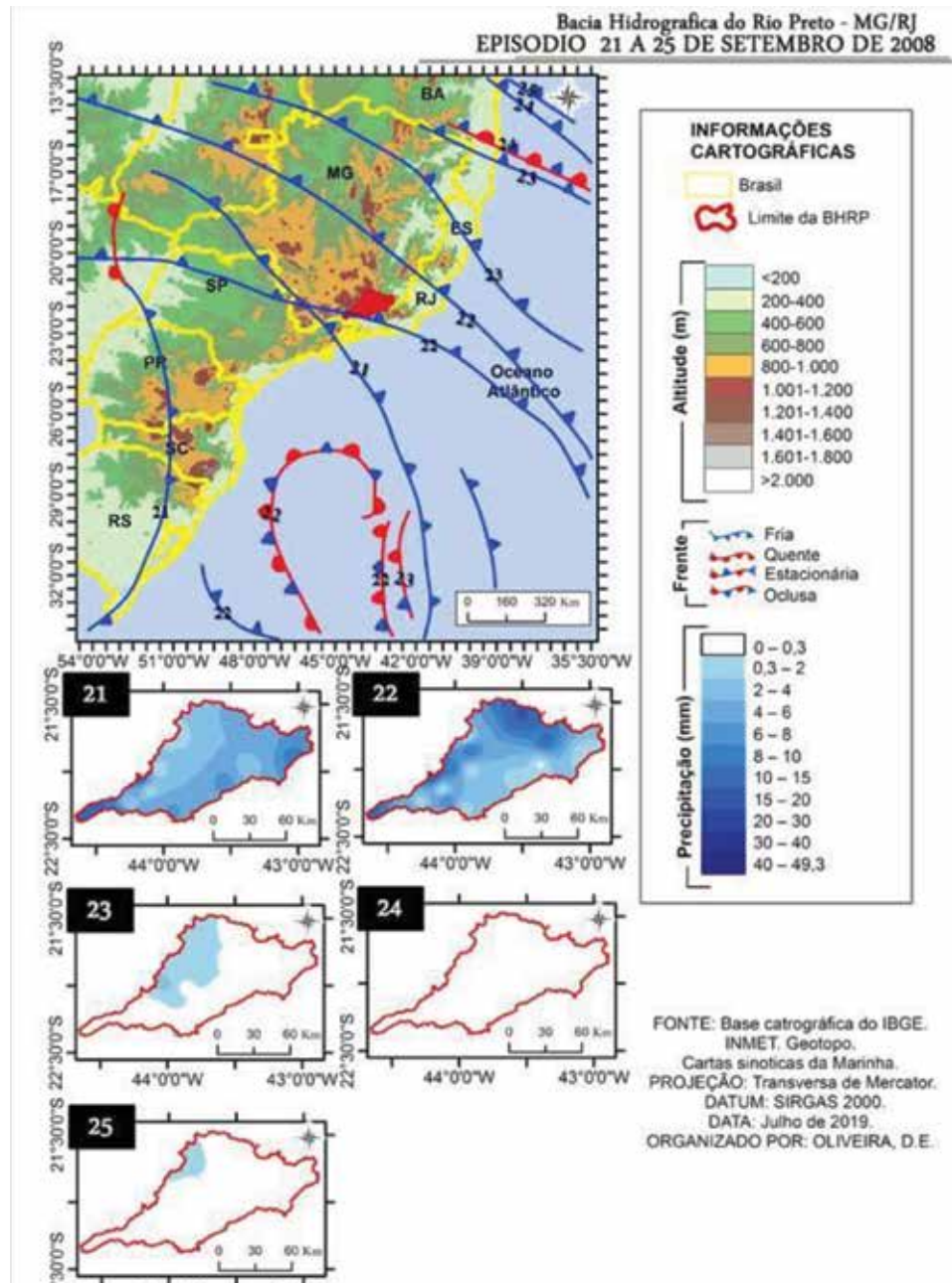
Fonte: Elaborado pelas autoras.

A justificativa para esta configuração pode ser a de que a posição da alta subtropical do Atlântico (ASAS) apresenta-se no extremo Oeste no inverno no inverno, determinando uma estação seca para o Sudeste brasileiro e, apenas quando os sistemas frontais e ciclônicos conseguem sobrepor-se a ela, que há a ocorrência de eventos chuvosos (MOURA, 2015).

O episódio de 21 a 25 de setembro (Figura 6) foi marcado pela atuação também de uma frente fria, a qual estava sobreposta à BHRP no dia 22 de setembro. Tal dia foi o que apresentou maior quantitativo de chuvas, sendo a região Norte da bacia a que teve os maiores registros. Porém,

os dados de superfície indicaram que o sistema frontal já estava influenciando a região desde o dia 21. Após passagem do sistema, o mesmo seguiu em direção aos estados de Espírito Santo e Rio de Janeiro, vindo a se dissipar no oceano Atlântico.

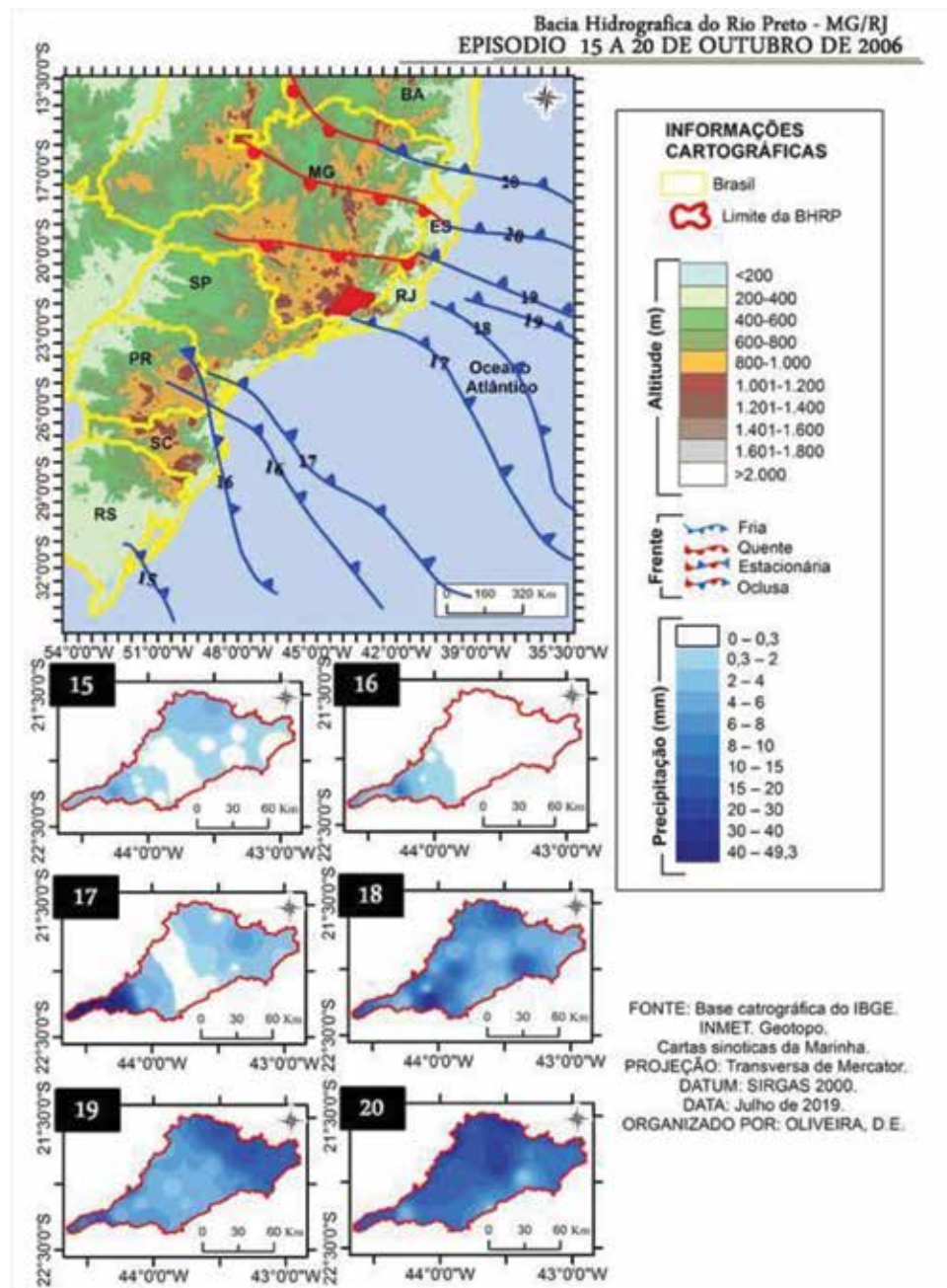
Figura 6: Episódio 21 a 25 de setembro de 2008



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O episódio de 15 a 20 de outubro de 2007 (Figura 7) foi escolhido por apresentar nas cartas sinóticas um demarcação litorânea da frente fria e continental da frente quente. Tal episódio foi caracterizado pela atuação predominante da frente quente entre os dias 15 e 16, quando a frente fria ainda estava na região Sul do Brasil, e da frente fria nos dias 17 e 18.

Figura 7: Episódio 15 a 20 de outubro de 2007



Fonte: Elaborado pelas autoras.

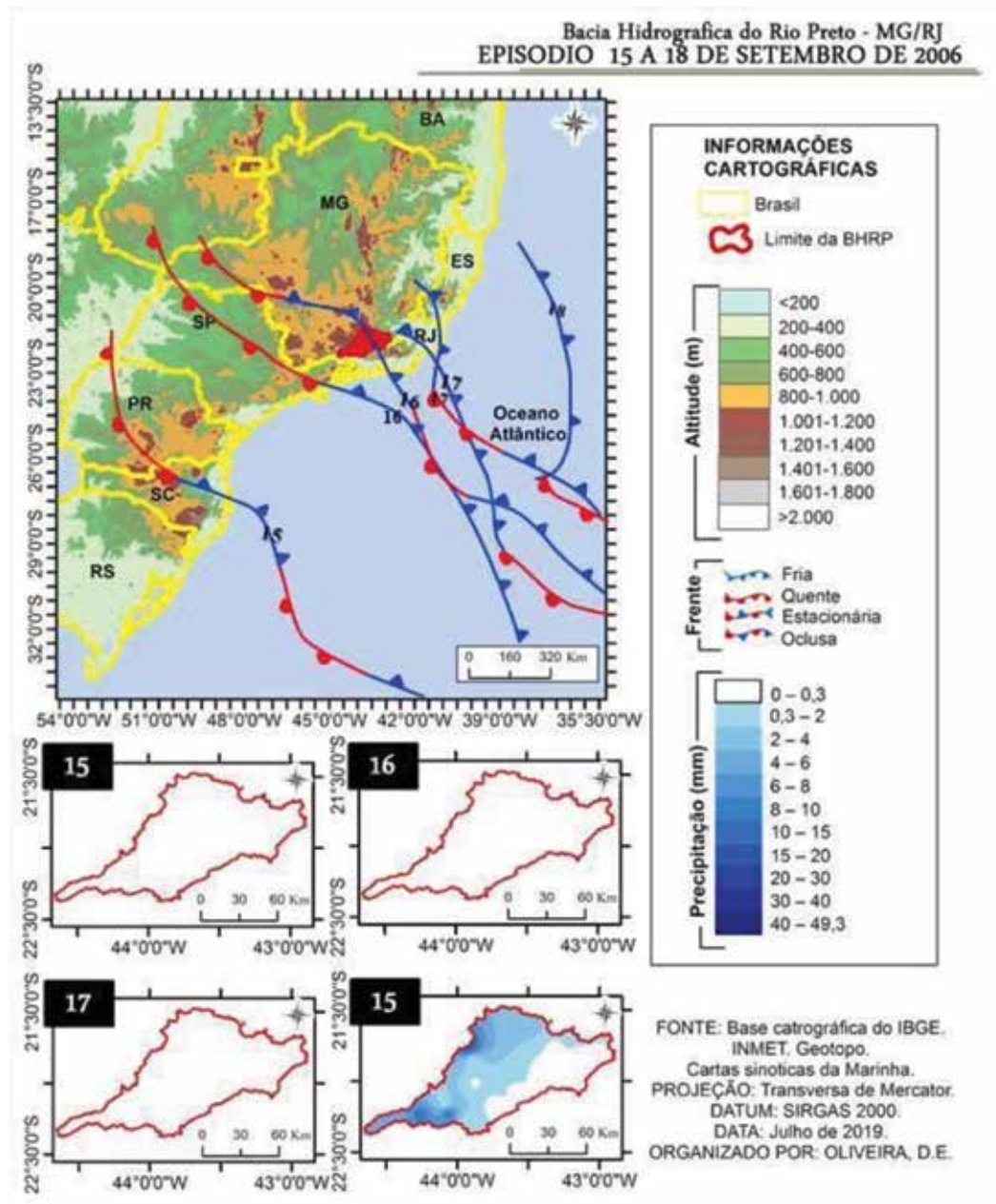
Os dados de temperatura de superfície destes dias (INMET, 2007), permitiram constatar que a Tmax do dia 17 foi de 34,8°C para o município de Juiz de Fora e de 24,8°C, no dia 18. Essa diminuição da temperatura, dada a chegada da frente, prevaleceu até o dia 20 de outubro. Assim sendo, pode-se aferir que as chuvas registradas ao norte da BHRP nos dias 19 e 20, tem relação com a frente fria.

O episódio de 15 a 18 de setembro de 2006 (Figura 8) ilustra uma atuação típica de sistemas frontais na primavera, caracterizados por oposições entre sistemas frios e quentes. Tal período do

ano é representativo de transição entre as tipologias de tempo mais secas e frias que atuam na BHRP no inverno e as mais chuvosas e úmidas do verão.

Estes, apesar de serem caracterizados por uma maior ocorrência de chuvas, não a trouxeram no episódio em questão.

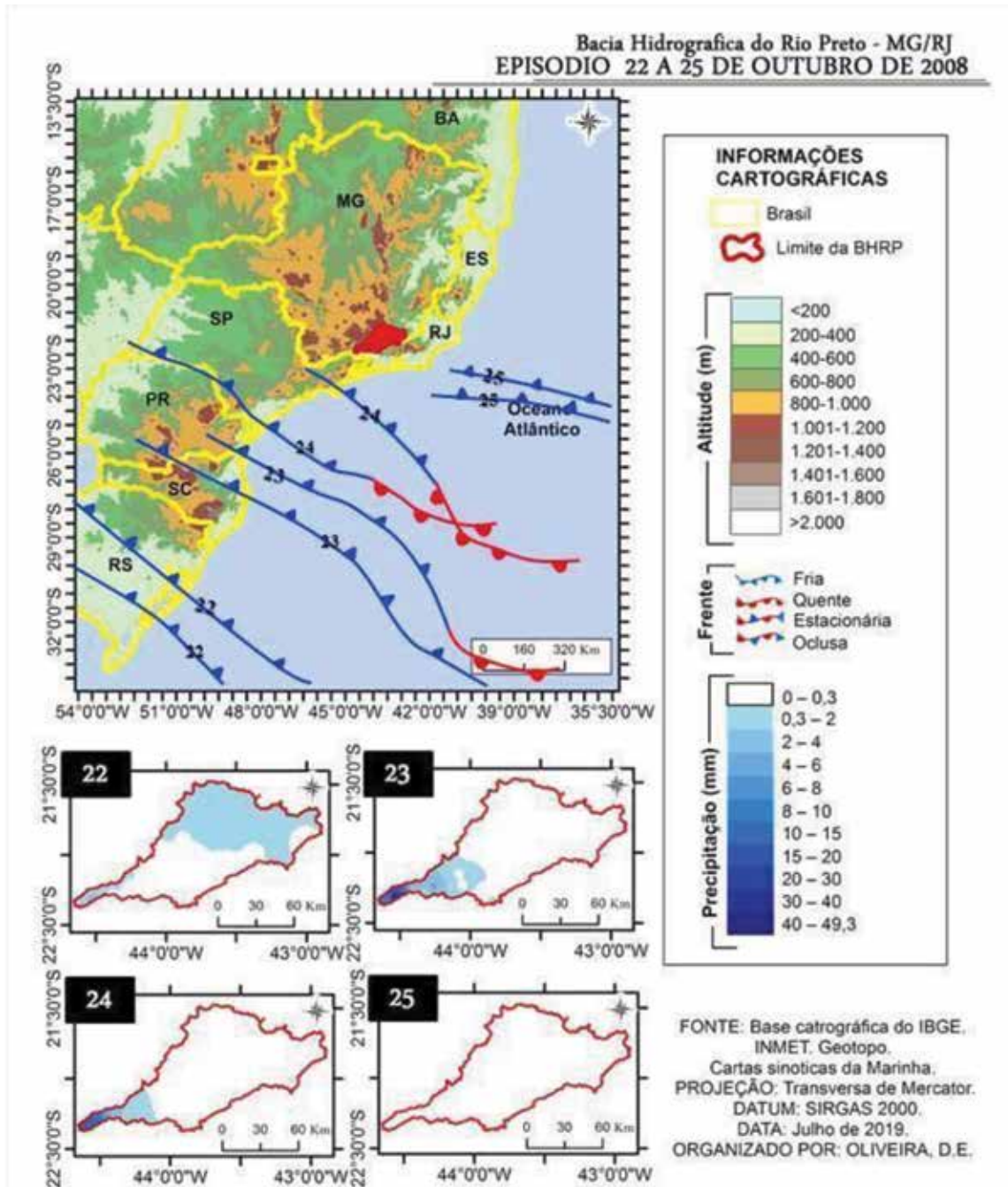
Figura 8: Episódio 15 a 18 de setembro de 2006



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O episódio dos dias 22 a 25 de outubro de 2008 (Figura 9), apresentou sistemas frontais que se dissiparam para o oceano antes de atingirem a BHRP. Apenas as áreas mais elevadas da BHRP podem ter registrado alguma chuva relacionada a passagem da frente.

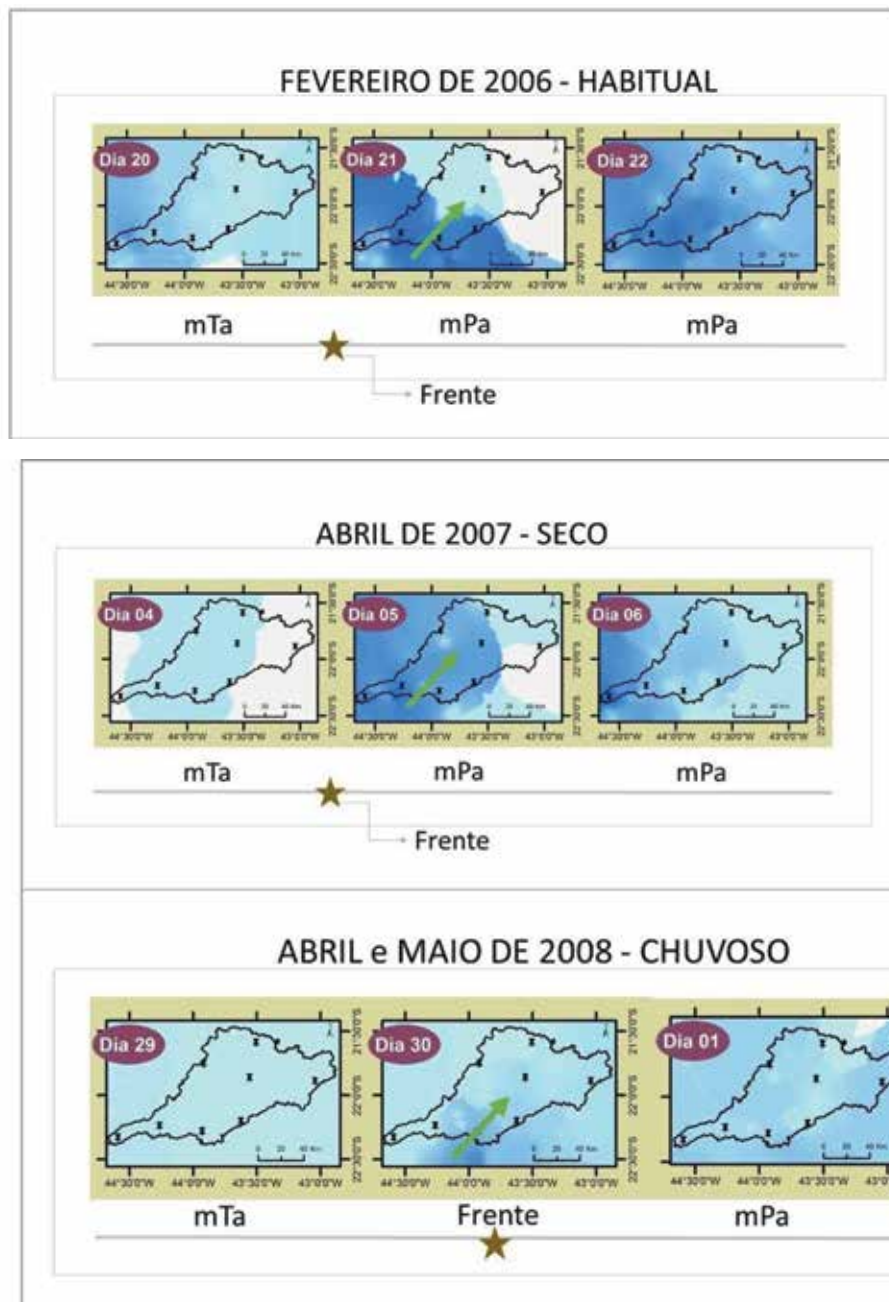
Figura 9: Episódio 22 a 25 de outubro de 2008



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com relação ao percurso dos sistemas frontais constatou-se que, com base na análise sinótica e na observação da dinâmica das chuvas, alguns dias apresentaram um caminho seguindo por estas dada a atuação dos sistemas frontais (Figura 10). No entanto, este não foi um padrão que se repetiu para todos os casos e que, portanto, outros estudos devem ser realizados a fim de conformar mais hipóteses.

Figura 10: Percurso preferencial das frentes



Fonte: Elaborado pelas autoras.

As conclusões que foram tomadas é que, seguindo suas próprias trajetórias, as massas de ar de frio perpassam o estado de São Paulo e antes de chegarem à região da área de estudo se deparam com as serras da Mantiqueira e do Mar, as quais se tornam uma barreira orográfica a elas. Como estes sistemas frontais vêm em altitude baixa, não apresentam força para ultrapassar esta unidade morfoestrutural, e quando conseguem avançar em direção à bacia do Rio Preto é escoando pelo corredor formado pelas Serras.

Ainda com relação ao padrão espacial da distribuição das chuvas, constatou-se que durante o inverno, muitos dias apresentaram chuvas na região Sul da bacia (Figura 11), para vários sequenciamentos de sistemas. Este é um padrão que se repetiu para os três anos e pode estar atrelado aos movimentos convectivos que ocorrem nessa área, dado que a região Sul e Sudeste da bacia é menos elevada que as demais.

Figura 11: Padrão de chuvas para o inverno



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Com relação aos extremos chuvosos, grande parte registrados em dias sob atuação das frentes frias, destaca-se o fato de que estes se localizaram espacialmente em pontos distintos da bacia, de modo que não houve a possibilidade de identificação se haveria um padrão de distribuição espacial dos mesmos. Exceto os pontos localizados a Sudoeste da área de estudo, próximos à Serra de Itatiaia, região de significativa amplitude topográfica e que apresenta uma dinâmica local específica. Neste caso, uma dinâmica climática que se destoa do restante da área de estudo foi encontrada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados permitiram constatar que há uma relação entre as tipologias de tempo provenientes de sistemas frontais e as chuvas na BHRP.

Constatou-se um maior quantitativo de dias sob atuação de frentes frias (716 dias), seguida das frentes estacionárias e oclusas (202 dias). A ocorrência de apenas frentes quentes ocorreu em 6 dos dias analisados.

Verificou-se que, enquanto o ano seco apresentou maior quantitativo de frentes frias, o ano chuvoso apresentou destaque para as frentes estacionárias, tendo tido um aumento de 5 vezes no seu quantitativo de frentes, quando comparado ao encontrado no inverno do ano habitual. Em termos de rotas principais para as frentes, chegou-se à conclusão de que, seguindo sua própria trajetória, as massas de ar de frio perpassam o estado de São Paulo e antes de chegarem à região da área de estudo, se deparam com as serras da Mantiqueira e do Mar, as quais se tornam uma barreira orográfica a elas.

Como estes sistemas frontais vêm em altitude mais baixa, não apresentam força para ultrapassar esta unidade morfoestrutural, e quando conseguem avançar em direção à bacia do rio Preto é escoando pelo corredor formado pelas Serras. Espera-se que os resultados tenham contribuído para melhorar o entendimento da dinâmica climática na BHRP, bem como trazer subsídios para que outros estudos sejam realizados.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. *Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil*. 1ª edição. São Paulo: USP, 1970.

ANA – Agência Nacional das Águas. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em out. 2019.

ALTAMIRANO, R. J. A. *Climatologia dos eventos chuvosos e secos severos, extremos e muito extremos usando o Índice de Precipitação Normalizada (SPI) para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil*. 168f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2010. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=202940>. Acesso em 18 jun. 2020.

ANDRADE, K. M. *Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul*. 185f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2005. Disponível em: <mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/jeferson/2005/06.15.17.12/doc/publicacao.pdf>. Acesso em 10 jun. 2020.

ARAÚJO, R. S. *Classificação climatológica das nuvens precipitantes no Nordeste brasileiro utilizando dados do radar a bordo de um satélite TRM*. 103f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2015. Disponível em: <mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/07.07.18.04/doc/publicacao.pdf>. Acesso em 16 jun. 2020.

BALDO, M. C. *Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí-PR*. 172f. Tese (Doutorado em Geografia). Presidente Prudente: Universidade estadual de São Paulo - UNESP, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/101431>. Acesso em 17 jun. 2020.

CECILIO, R. O. *Uma climatologia de ondas oceânicas para a plataforma continental Sul do Brasil*. 119f. Tese (Doutorado em Ciências). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/133200>. Acesso em 19 jun. 2020.

CONTI, J. B. O meio ambiente Tropical. *Geografia*, São Paulo-SP, v. 14, n. 28. p. 69-79, 1989.

FERREIRA, C. C. M. *Tipos de tempo de categorias climáticas na Bacia do Rio Paraibuna-MG*. Tese (Doutorado em Geografia Física). São Paulo: Universidade de São Paulo – USP. 2002.

INMET – Boletins Climanalise. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>. Acesso em 15 Jun. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 15 Jun. 2019

MONTEIRO, C. A. F. *Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho*. São Paulo: IGEOG/USP, 1971. Disponível em: <http://www.abclima.ggf.br/arquivos/obrasclimatologia/4/Climatologia%201.pdf>. Acesso em 17 de jun. 2020.

MOURA, L. Z. *Transporte atmosférico de umidade para a bacia do Paraná: Análise da Climatologia, sazonalidade e variabilidade interanual via trajetórias de Massas de ar*. 140f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Brasília: Universidade de Brasília - UNB. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26512/2015.12.D.19748>. Acesso em 12 jul. 2020.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, A. S. *Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia*. 246 f. Dissertação de Mestrado (PI INPE 4008 - TDL 239) - INPE. São José dos Campos, 1986.

OLIVEIRA, D. E.; ASSIS, D. C.; FERREIRA, C. C. M. Definição de unidades climáticas para a bacia hidrográfica do rio Paraíba, MG/RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 12, *Anais...*, 2014. Curitiba-PR. UFPR, 2014. Disponível em: <https://www.ufjf.br/labcaa/files/2008/08/DEFINI%C3%87%C3%83O-DE-UNIDADES-CLIM%C3%81TICAS-PARA-A-BACIA-HIDROGR%C3%81FICA1.pdf>. Acesso em 13 jul. 2020.

OLIVEIRA, D. E. *Classificação de unidades fisionômicas de paisagens para a bacia hidrográfica do rio Paraíba - MG/RJ, a partir de um diagnóstico ambiental*. Dissertação (Monografia em Geografia). Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF 2013.

OLIVEIRA, D.E.; ASSIS, D.C.; FERREIRA, C.C.M. Distribuição espacial da sazonalidade nos tipos de tempo para a bacia do rio Preto, MG/RJ. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE POS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (ENANPEGE), 11, *Anais...*, São Paulo-SP: Universidade de São Paulo. 2015.

OLIVEIRA, D. E. *Participação dos sistemas atmosféricos na gênese e ritmo das chuvas na bacia hidrográfica do rio Preto, MG/RJ - anos de 2006, 2007, 2008*. 149f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Juiz de Fora, Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, 2016.

RIBEIRO, B. Z. *Climatologia sinótica das frentes quentes no Sudeste da América do Sul*. 171f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2014. Disponível em: <mtc-m16c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18/2014/01.27.16.59/doc/publicacao.pdf>. Acesso em 12 jun. 2020.

SALES, A. B. *Climatologia de dias de tempestades nas principais cidades da região Equatorial brasileira e projeções para o futuro*. 194f. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial/Ciências Atmosféricas). São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2014. Disponível em: <www.inpe.br/posgraduacao/ges/arquivos/teses/tese_anderson_barreira_sales_2014.pdf>. Acesso em 15 jun. 2020.

SANCHES, F. O.; BALEN, D. S.; SILVA, R. V.; ROSA, K. K.; RADÜNZ, A. Chuvas no Rio Grande do Sul: um estudo sobre as precipitações acumuladas intensas no alto Uruguai Gaúcho. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, v. 15, ano 10, p. 143-162, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/38074/25018>>. Acesso em 19 jun. 2020.

SERRA, A.; RATISBONA, L. *As massas de ar na América do Sul*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/Serviço de Meteorologia, 1942.

ENTRE AS CRISTAS DA SERRA DO MAR, PETRÓPOLIS-RJ E SUAS ADVERSIDADES AMBIENTAIS: UMA INVESTIGAÇÃO A PARTIR DA PERSPECTIVA DA PERCEPÇÃO CLIMÁTICA

CAMILA DE MORAES GOMES TAVARES

LUDMILLA ALVES FERNANDES

THIAGO ALVES DE OLIVEIRA

CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

INTRODUÇÃO

O estudo do clima das cidades e do impacto dos fenômenos climáticos – potencializados pelas condições originárias de um espaço urbanizado – perpassa a compreensão da relação sociedade-natureza. Isso pois, a sociedade, ao mesmo tempo em que é responsável pela transformação do meio natural, convive com problemas de ordem ambiental provenientes dessa modificação do espaço. Se o espaço geográfico é, por definição, resultado da interação entre sociedade e natureza, as cidades apresentam-se como lócus indubitável do contato e mútua influência entre as componentes natural e social.

Fernandes e Sampaio (2008), ao debruçar a análise sobre a problemática ambiental, demonstram que esta é, eminentemente, uma problemática social, uma vez que deriva do modo com que a sociedade se relaciona com a natureza e, além disso, é definida no tocante à incidência das atividades humanas *sobre* a natureza.

Para Assis (2006, p. 20), “a cidade moderna, em razão de seu modo de organização e concentração de atividades, produz mudanças muito significativas sobre seus extratos naturais de suporte, tais como o subsolo, solo e atmosfera.”. Dessa maneira, é possível compreender

que a intensidade com que o espaço urbano é gerado, produzido e reproduzido acarreta uma complexificação das relações e dos processos inseridos nesse espaço e se torna responsável por transformações não apenas de cunho sociopolítico e econômico, mas também ambiental.

Nessa perspectiva, é importante compreender, tal como colocado por Sant’Anna Neto (2011, p. 47), que “estruturas e dinâmicas (fixos e fluxos) sociais, econômicas, ambientais, naturais e culturais interagem tornando o espaço urbano cada vez mais sofisticado e complexo, transformando a cidade num território socionatural”. Considerar as cidades uma construção socionatural – ou socioambiental –, consiste em compreender que o processo desigual de produção do espaço urbano gera um processo igualmente desigual de produção e transformação das condições climáticas e impacto dos fenômenos climáticos e atmosféricos.

Isto posto, o clima – e, mais especificamente, o clima urbano – não apenas é gerado por meio de um processo desigual de produção do espaço, como também é sentido de formas diversas a depender dos sujeitos nele inseridos. Ademais, esses sujeitos além de se relacionarem com a natureza e serem impactados distintamente, também percebem de maneira diversa tanto os impactos advindos das condições de tempo e fenômenos climáticos e atmosféricos como o próprio tempo e clima. De acordo com Ruoso (2007 e 2012), a percepção climática nas cidades é proveniente de toda a magnitude urbana, isto é, está atrelada à uma série de fatores que englobam as próprias condições sociais e econômicas até a idade, saúde, sexo, vestuário, ocupação e atividade dos indivíduos.

Nesse sentido, é possível compreender a percepção climática também como um indicador de demanda social, visto que aponta para a relação sociedade-natureza inserida no processo desigual de produção e reprodução do espaço urbano e, nesse processo, surgem respostas e exigências diferenciadas.

A partir dessas considerações iniciais, a cidade de Petrópolis (RJ) foi escolhida para compor o escopo das análises deste trabalho pelo histórico recorrente de impactos relacionados às condições climáticas e por ter sido observada uma ausência expressiva de trabalhos científicos na área de climatologia para esta cidade. Este trabalho tem por objetivo estudar a percepção da sociedade petropolitana quanto aos riscos e impactos decorrentes dos eventos climáticos e atmosféricos e, especificamente, pluviométricos ocorridos na cidade. Para isso, foi realizada a aplicação de questionários e posterior análise dos dados obtidos. O texto que se segue subdivide-se em uma breve discussão e delimitação da percepção climática, do risco e do impacto, passa pela apresentação detalhada da metodologia adotada e finda-se na apresentação e discussão dos produtos gerados a partir das respostas dadas ao questionário pela população de Petrópolis (RJ).

UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE PERCEPÇÃO: CLIMÁTICA E DO RISCO

A produção e o consumo do espaço urbano por meio do retrabalho da natureza primitiva resultam em transformações de ordem socioambiental. Segundo Coelho (2001, p. 21), “sendo a urbanização uma transformação da sociedade, os impactos ambientais promovidos pelas aglomerações urbanas são, ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais”.

Devido a intensidade da transformação da natureza nesses espaços, com a diminuição das áreas verdes, impermeabilização do solo e produção de calor, Sant’Anna Neto (2014, p. 26) chega a argumentar que “as cidades, como espaços produzidos, ao mesmo tempo em que criam oportunidades civilizatórias, também se transformam em armadilha ambiental.”

Além disso, considerando a relação entre sociedade e natureza nos espaços urbanos, percebe-se que os complexos mecanismos desencadeados pelos habitantes da cidade alteram o clima, ao mesmo tempo em que a população tem sua qualidade de vida influenciada por ele. Nesse contexto, os impactos dos fenômenos climáticos e atmosféricos são cada vez mais severos e sentidos pela população que habita as cidades, uma vez que as ações que os envolve são, majoritariamente, corretivas e não preventivas, o que intensifica os riscos aos quais a população está submetida e agrava as consequências dos eventos adversos.

A partir da dissociação entre sociedade-natureza, são dissociadas também as discussões sobre a problemática urbana e a problemática ambiental e climática. No entanto, é fundamental estreitar e enlaçar esse diálogo, considerando que “o meio urbano não seria a antítese de natureza (ou de uma noção de natureza), mas seria uma manifestação interativa, produção material e simbólica da ação humana” (FUJITA, 2008, p. 112).

É sobre essa ótica da produção simbólica da ação humana que torna-se possível fazer uma interface entre o clima urbano e a percepção, dada a diferenciação entre os impactos gerados pelos fenômenos climáticos e atmosféricos e a maneira como diferentes grupos, inseridos em um espaço urbano desigual, percebem e respondem a esses fenômenos. Essa compreensão parte de uma concepção introduzida pela Geografia Humanista, que “é definida por bases teóricas nas quais são ressaltadas e valorizadas as experiências, os sentimentos, a intuição, a intersubjetividade e a compreensão das pessoas sobre o meio ambiente que habitam” (ROCHA, 2007, p. 21).

Faz mister, portanto, o diálogo com a abordagem fenomenológica, firmada no escopo da Geografia Humanista, uma vez que essa abordagem, segundo Fogaça e Limberger (2014, p. 136), “é uma proposta de análise que visa eliminar conceitos preexistentes na busca de recuperar a essência das coisas”. Assim, baseados em Edmund Husserl e Merleau-Ponty, os autores citados ponderam a fenomenologia como o estudo das essências em que as relações dos indivíduos com o meio somente são possíveis mediante seus sentidos. Destarte, “cada indivíduo desenvolve sua capacidade de interpretação dos fatos de forma única.” (FOGAÇA; LIMBERGER, 2014, p. 137). Dessa forma, optou-

se por delimitar dois tipos de percepção que se associa ao risco e impacto que advém da ocorrência dos fenômenos climáticos e atmosféricos, a saber: percepção climática e percepção do risco.

Nossos órgãos sensoriais são a porta para o mundo externo, sendo esse conhecido a partir das nossas sensações, que variam de acordo com o órgão utilizado para este contato (OLIVEIRA, 2012). Assim, os estímulos sensoriais penetram pelos nossos órgãos sensoriais, onde, a partir das sensações tornam-se percepção. Entretanto, é válido destacar que “as sensações, necessariamente passam pelos filtros culturais e individuais para se tornarem percepções. “A percepção só se dá no córtex cerebral, em um determinado momento correspondente à sensação” (OLIVEIRA, 2012, p. 57). Del Rio (1996, p. 3) pondera que a percepção individual é “um processo mental de interação do indivíduo com o meio ambiente e que se dá através de mecanismos propriamente ditos e, principalmente, cognitivos”.

Segundo Tuan (1980, p. 1), a:

...Percepção, atitudes e valores – preparam-nos, primeiramente, a compreender nós mesmos. Sem a autocompreensão não podemos esperar por soluções duradouras para os problemas ambientais que, fundamentalmente, são problemas humanos. E os problemas humanos, quer sejam econômicos, políticos ou sociais, dependem do centro psicológico da motivação, dos valores e atitudes que dirigem as energias para os objetivos...

Dessa forma, “os filtros culturais e individuais são produto de interesse, da necessidade e da motivação. São tão importantes, em nossa percepção, que muitas vezes determinam as tomadas de decisões e nos conduzem às tomadas de consciência” (OLIVEIRA, 2012, p. 58). No que tange à percepção ambiental, essas condições são bem presentes. Segundo Pelegrini (2006, p. 117) a:

...cultura apreendida como “formas de organização simbólica do gênero humano remete a um conjunto de valores, formações ideológicas e sistemas de significação” (LEFF, 2000). que norteiam os “estilos de vida das populações humanas no processo de assimilação e transformação da natureza...

É visível, portanto, que a forma como, culturalmente, o papel da natureza é estabelecido em uma sociedade estará diretamente relacionada à percepção dos sujeitos quanto aos seus elementos e fenômenos, incluindo aqueles elementos e fenômenos climáticos e atmosféricos. Segundo Sartori (2003, p. 43), a percepção climática humana está fundamentada na percepção ambiental, na qual “as sensações se efetivam no contato contínuo do homem com o ambiente, reforçadas pela inteligência, atenção, sensibilidade e experiência, que variam muito de um indivíduo para outro”.

No que se refere ao clima, a questão da percepção apresenta dois enfoques, segundo Ruoso (2007, p. 25):

...um, a respeito da percepção do tempo, observando os conhecimentos quanto à questão mais rítmica de como o tempo meteorológico evolui ao longo do tempo cronológico; o outro, a percepção psicofisiológica, ou seja, cada indivíduo vai reagir de uma forma diferente às mudanças de tempo e de clima...

Além disso, para o mesmo autor, a percepção climática nas cidades “advém, ainda de toda magnitude urbana, dada as condições sociais, econômicas, entre outras, que influenciam no modo de perceber ou não determinado estímulo que depende do modo particular de como o indivíduo percebe” (op. cit., p. 26). Dessa maneira, os indivíduos percebem de forma diferenciada não apenas a ocorrência dos fenômenos, mas, também, o risco de ocorrência sobre o qual estão submetidos.

Para ser possível discutir a percepção do risco, é necessário, à priori, a conceituação dos termos “risco” e “perigo”, uma vez que são comumente confundidos. Segundo Marandola Jr. (2014, p. 48), o perigo corresponde “a um evento que ocorre em um lugar, afetando uma sociedade e um conjunto de pessoas”. Nessa concepção, o perigo “é o evento – o qualitativo que causa dano” (MARANDOLA Jr., 2014, p. 45). O risco, segundo o mesmo autor, assume o sentido de situação e carrega, ainda, o sentido probabilístico, que “implica o conhecimento do evento, sua dinâmica no tempo e no espaço e os fatores de risco, ou seja, os fatores que compõem a matriz causal do perigo” (op. cit., p. 46). Para Burton e Kates (2014), devido à limitação inerente à precisão e exatidão dos eventos naturais – *natural hazards*, quase toda estimativa do risco torna-se probabilística em conteúdo, podendo essa probabilidade ser calculada segundo a frequência relativa desses eventos. Segundo as Nações Unidas (2004, p. 18) risco é a:

...probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas (mortes, lesões, propriedades, subsistência, interrupção da atividade deterioração econômica ou ambiental), resultado de interações entre ameaças naturais ou condições antropogênicas e de vulnerabilidade (tradução nossa)

A percepção, como parte integrante do próprio fenômeno e de caráter imediato, leva o sujeito a uma elaboração cognitiva para o entendimento dos riscos. Cabe destacar, portanto, as colaborações de Marandola Jr. (2014, p. 47) a respeito da percepção ao risco de grupos afetados, dos perigos e danos. Nas palavras do autor, nota-se que “a percepção dos grupos afetados (há ou não há risco, de qual magnitude e o que deve ser feito a respeito) influenciará a preparação e a reação quando o perigo ocorrer, podendo potencializar ou mitigar danos”. Nesse sentido, destaca-se que, além de a capacidade de mitigação e resiliência estarem diretamente relacionadas à vivência de determinado grupo ao evento, esta vivência pode influenciar, também, na percepção ao risco. Ou seja, indivíduos que já vivenciaram o evento podem perceber o risco de forma diferenciada daqueles que nunca o vivenciaram.

Ribeiro (2008, p. 11) apresenta que “a percepção do risco pode ser compreendida como um componente da gestão do risco”. Segundo o autor, cada indivíduo ou grupo social apresenta uma noção subjetiva do risco, que está relacionada à própria noção de perigo ou medo, do grau de possibilidade de ocorrência de eventos com efeito negativo. Ainda para ele, na percepção dos riscos, a avaliação dos prejuízos é valorizada se comparada com a quantificação da probabilidade do risco, que, por sua vez, é secundária e sentida com relativa indiferença. Dessa forma, torna-se fundamental a participação da

comunidade local na elaboração de medidas de gestão e mitigação, uma vez que são esses sujeitos os agentes passivos e ativos no contexto dos riscos, ademais, “a percepção do risco é aplicada individualmente, pelo facto do risco ter diferentes significados a diferentes pessoas” (op. cit., p. 12).

Ainda nessa perspectiva, baseado nos ditos de Whyte e Burton (1982) e Smith (2007), o autor pondera que “para a percepção do risco, as consequências assumem mais significado do que a probabilidade” (RIBEIRO, 2008, p. 12). Assim, existem três diferenças principais entre avaliação e percepção do risco a partir de três tipos de análise, são elas: identificação do risco; estimativa do risco, e; avaliação do risco. No que tange à identificação do risco, na avaliação destacam-se as análises estatísticas dos eventos, enquanto que na percepção parte-se de uma intuição individual a partir de conhecimentos pessoais. Sobre a estimativa do risco, a avaliação se dá mediante à magnitude e frequência e dos custos econômicos e, a percepção é dada pelas experiências pessoais e as perdas intangíveis. No tipo de análise referente à avaliação do risco, a avaliação é dada pelas análises de custo/benefício e política da comunidade, enquanto que o processo de percepção é dado mediante fatos pessoais e ações (op. cit.). Dessa forma, o sujeito, no aspecto da percepção do risco, deve estar no centro das medidas de ação e mitigação dos impactos dos eventos.

Loose (2016, p. 118) apresenta que, assim como a percepção climática está relacionada a um contexto social, político e econômico, “o reconhecimento do risco se dá por meio de um processo social no qual alguns valores, que estão intimamente relacionados com dado contexto, são acionados e outros não”. Ribeiro (2008) coloca que as pessoas sentem o risco de forma diferenciada umas das outras e, dentre os elementos que influem essa diferenciação, encontram-se a localização geográfica, a experiência técnica e os aspectos de personalidade. Apesar da percepção do risco ser muito atrelada à individualidade de cada sujeito perceptivo, Eiró (2014), baseado na propositura de Back e na abordagem do tema a partir da “sociedade de risco”, demonstra que, ainda que haja uma individualidade, existem aspectos que são comuns a grande parte da população, sendo esses responsáveis por delinear o cenário da percepção do risco, tendo em vista que os elementos que estão presentes no discurso de diferentes sujeitos corresponde a um conjunto de características culturais amplamente compartilhadas. “Assim, assumir a percepção de risco como um fato social é aceitar que sua distribuição pode ser, em maior ou menor escala, ordenada por características sociais fundamentais” (EIRÓ, 2014, p. 136).

A CIDADE DE PETRÓPOLIS, DO PLANO KOELER AO CRESCIMENTO CAÓTICO: UMA QUESTÃO AMBIENTAL

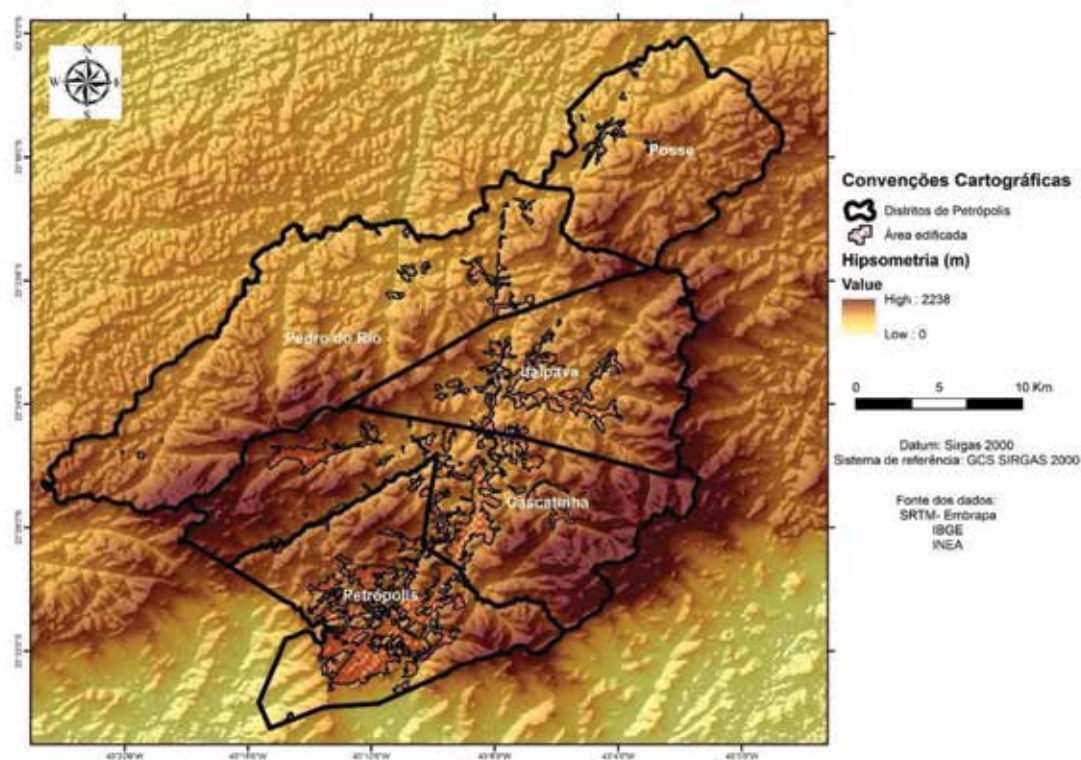
O município de Petrópolis localiza-se no topo da Serra da Estrela, que pertence ao conjunto montanhoso da Serra do Mar. Segundo Nimer (1989), o clima do município pode ser classificado como tropical mesotérmico, brando e super úmido. Isso devido a sua localização à barlavento da Serra

da Estrela, fazendo com que o município seja constantemente afetado pela umidade proveniente do Oceano Atlântico que, por processo orográfico ascende e ocasiona chuvas e tempestades e influencia na queda da temperatura. Além disso, o sítio urbano acidentado com forte presença de afloramentos rochosos condicionou a ocupação do município e “forma unidades urbanas isoladas, separadas por pontões graníticos e morros” (HACK et. al., 2002, p. 2).

Inicialmente, cabe demonstrar a distribuição da ocupação ao longo do município. Essa ocupação se dá, majoritariamente, nos distritos de Petrópolis, Cascatinha e Itaipava (Figura 1) em função da disponibilidade de áreas em porções menos acidentadas do relevo e proximidade com o rio, condição que se estabelece desde o início da ocupação e formação da cidade. No entanto, ao longo do tempo, a ocupação passa a se fazer presente, também nas vertentes mais declivosas. A Figura 1 ilustra esse processo, nela é possível notar uma maior concentração nesses distritos, sobretudo em Petrópolis e Cascatinha, onde a mancha urbana assume um caráter mais contínuo.

A cidade de Petrópolis tem seu histórico de formação e expansão diretamente relacionada às condições ambientais do sítio. Sua ocupação inicia-se, de fato, a partir da criação da variante do Caminho Novo, que tinha por objetivo ligar o polo produtor de ouro (MG) e o polo de exportação do Império (RJ). Após a criação do Caminho Novo e, em seguida, a variante do Caminho Novo (que reduzia o tempo de travessia), tiveram início as primeiras ocupações na área, por volta do ano de 1720. O que, à priori, significava uma barreira orográfica de difícil transposição (a Serra do Mar), passou a ser pedra de toque na época do Império. A área correspondente ao município de Petrópolis hoje era ocupada por bravos índios coroados e, posteriormente, passou a ser ocupada pelos europeus criando, tornando-se a cidade de Petrópolis. As características ambientais da área foram condição fundamental para ocupação da família imperial. Essa ocupação tem início, efetivamente, “em 1843 quando D. Pedro II inicia a construção do seu palácio de verão, sob a orientação do major Júlio Frederico Koeler que se dá a colonização de Petrópolis (GONÇALVES et. al., 2014, p. 197).

Figura 1: mapa de relevo e área edificada da cidade de Petrópolis



Fonte: Elaborado pelos autores.

A edificação de Petrópolis pauta-se em um importante plano urbanístico elaborado por Koeler, o qual buscava conciliar o crescimento urbano com a preservação ambiental. No Plano Koeler “[evidenciava-se] que a topografia da Fazenda do Córrego Seco [(atual região da bacia do rio Palatinado)] seria determinante do traçado da cidade, o qual era baseado na ocupação dos vales ao longo do Rio Piabanha, inspirando-se na geografia da região alemã da Renania” (LORDEIRO, 2000, s/p). Esse plano apresenta instruções de significativa importância no que tange o crescimento sincrônico da cidade e a preservação ambiental. Nesse sentido, o “planejamento da ocupação de Petrópolis foi feito seguindo o curso dos três principais rios: Palatinado, Quitandinha e Piabanha” (GONÇALVES et. al., 2014, p. 197). É válido destacar ainda que esse plano “possui orientação para o aproveitamento, adaptação e preservação das áreas urbanas” (GONÇALVES et. al., 2014, p. 198). Lordeiro (2000, s/p) o enfatiza como um “autêntico plano urbanístico”, tendo em vista que há:

...claras indicações de zoneamento, hierarquização do sistema viário, normas de parcelamento da terra, idem de ocupação e construção, sistemas de abastecimento d’água e esgotamento sanitário. O traçado geral não segue o padrão habitual do “tabuleiro de xadrez”. Pela primeira vez no Brasil os rios correm na frente e não nos fundos das residências, como era usual no padrão colonial português. Koeler rejeitava, assim, o antigo conceito de

que os cursos d'água seriam naturais coletores de dejetos. Os rios passam a ser vistos como um complemento de arquitetura urbana, a exemplo do que se fazia na Europa...

O plano apresentava como instrução complementar as dimensões dos lotes, as formas de construção, arborização das ruas e praças, além do calçamento dos passeios. Havia o estabelecimento de reserva de matas nas partes mais altas dos morros para conservação das águas. Objetivava-se manter um “equilíbrio entre o crescimento e a preservação da cidade, integrando a ocupação humana à paisagem natural” (GONÇALVES et. al., 2014, p. 197). Dentre suas disposições, destaca-se que: os lotes dividiam-se com profundidade e largura de 55m x 110 m, “subindo pelas encostas dos morros e se adaptando à topografia acidentada” (GONÇALVES et. al., 2014, p. 198); proibida a utilização dos topos de morro, das vertentes de maior declividade e trazia a necessidade da preservação da cobertura vegetal; era por obrigação do proprietário do lote o plantio de árvores nativas na testa do terreno; a água dos detalhados, exigia-se, que fosse conduzida para as ruas por meio dos canos; as residências deveriam ser construídas de frente para o rio e o esgoto lançado na fossa no fundo dos terrenos, distanciando-se dos cursos d'água para evitar qualquer tipo de contaminação (GONÇALVES et. al., 2014).

O crescimento urbano da cidade ocorreu a partir do significativo aumento populacional impulsionado pela industrialização. A área da cidade comporta, hoje, uma população de 295.917 mil habitantes onde, em 1845, era de 2.293. A industrialização (atividades fabris) que é impulsionada a partir de 1858 (13 anos após a fundação da cidade) contribui, em um primeiro momento, para esse vultoso aumento populacional. De acordo com Gonçalves et. al. (2014, p. 200) esse intenso crescimento industrial atraiu trabalhadores de diversas regiões do país “permitindo o aparecimento de novos bairros que não estavam previstos no projeto urbanístico de Koeler, criados em áreas onde o interesse maior era a preservação”. A população residente em Petrópolis em 1845 era de 2.293 habitantes e, a partir de 1857 (quando foi elevada à categoria de cidade) até 1950 a população teve um expressivo crescimento (GONÇALVES et. al., 2014). A Tabela 1 apresenta a população da cidade de 1845-2000, a partir de dados apresentados pelos mesmos autores, com o acréscimo dos dados mais atuais de população (dos anos 2000, 2010 e população estimada em 2019).

Tabela 1: Crescimento da população petropolitana

Ano	População	Ano	População	Ano	População	Ano	População
1845	2.293	1932	91.980	1970	189.140	2000	269.669
1872	15.441	1950	108.307	1980	242.009	2010	295.907
1920	29.331	1960	150.300	1991	255.468	2019	306.191

Fonte: GONÇALVES et. al. 2014 e IBGE cidades. *2019: população estimada. Organização dos autores.

ENTRE O TEÓRICO E O PRÁTICO: OS CAMINHOS METODOLÓGICOS

A metodologia do trabalho segue as etapas presentes na Figura 2.

Figura 2: Organograma de representação das etapas metodológicas do presente trabalho



Fonte: Organizado pelos autores.

A primeira etapa, referente ao levantamento bibliográfico, serviu como base para a construção de uma breve discussão acerca dos temas abordados. Dentre os temas pesquisados, destacam-se as obras sobre: percepção, percepção ambiental, climática e do risco; o processo histórico de ocupação da cidade de Petrópolis; relação sociedade e natureza e o contexto urbano.

Em um segundo momento, para a avaliação da percepção climática e dos impactos climáticos na cidade de Petrópolis, foi utilizado um questionário estruturado, em que os indivíduos responderam a partir de um formulário do *Google*. A aplicação do questionário foi possível através de divulgação online, principalmente, pelas redes sociais. As questões apresentadas davam conta da localização de moradia e idade do entrevistado, além das questões associadas à interpretação da Percepção Climática, apresentadas a seguir:

1. *Como o clima influencia a sua vida?*
2. *No bairro que você mora passa algum córrego/rio? Ele transborda quando chove?*
3. *Você já vivenciou e/ou vivencia alguma situação de risco e desconforto relacionado às condições de tempo no bairro que você mora?*
 - a. Sensação de frio extremo;
 - b. Sensação de calor extremo;
 - c. Queda de barreira;
 - d. Inundação e enchente;
 - e. Doenças respiratórias e cardiovasculares;
 - f. Infiltração, mofo, etc.;
 - g. Nunca vivenciei;
 - h. Outros.
4. *No bairro que você mora, já aconteceu alguma das situações abaixo com seus vizinhos e/ou conhecidos?*

- a. Queda de barreira;
- b. Inundação e enchente;
- c. Doenças respiratórias e cardiovasculares;
- d. Infiltração, mofo, etc.;
- e. Não sei;
- f. Nunca;
- g. Outros.

5. Quando as condições de tempo mudam, qual é a sua sensação?

6. Há algum mês do ano em que fica mais atento às informações sobre as condições atmosféricas e climáticas?

7. Qual é a sua fonte de informação em relação às condições atmosféricas e climáticas?

O número total de respostas, após sete dias de divulgação, foi de 464 respostas, sendo estas distribuídas entre os distritos da seguinte forma: 272 em Petrópolis; 132 no Cascatinha, 42 no Itaipava, 14 no Pedro do Rio e 4 no distrito Posse (Figura 3). Do ponto de vista estatístico, uma amostra de 384 pessoas representaria um cenário de 95,0% de confiança com uma margem de erro de 5,0%, assim sendo, o conjunto levantado superou este cenário. A Tabela 2 apresenta o total de área de cada um dos distritos com os respectivos dados de área construída (km²) e a porcentagem de ocupação. Pela representatividade da amostra, optou-se por analisar os 3 primeiros distritos: Petrópolis, Cascatinha e Itaipava.

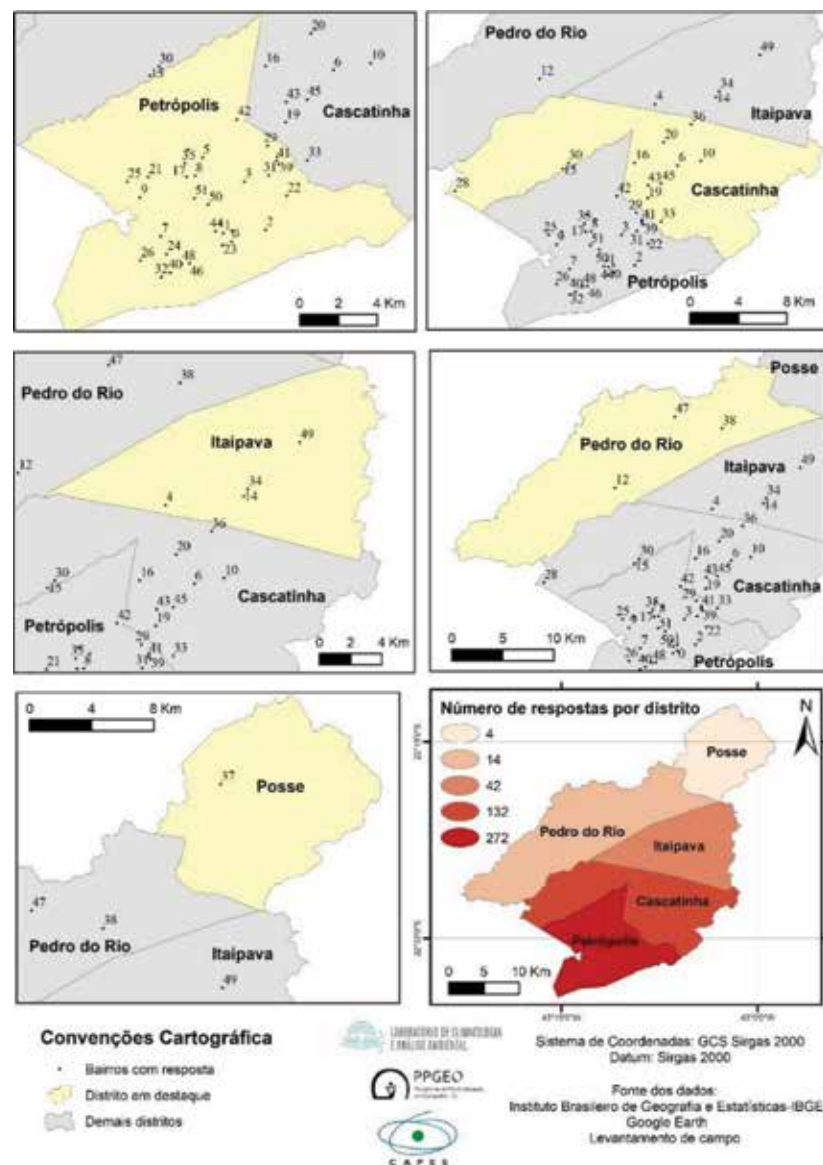
De posse dos dados das entrevistas, em uma terceira etapa, foram buscadas formas de apresentar a informação. Inicialmente, em função do município não apresentar uma distribuição regulamentada de bairros, foi utilizado o *Google Earth* para a marcação de um ponto em função da localização do bairro respondido (Figura 3, Tabela 3). Após a criação dos pontos, estes foram exportados para a plataforma GIS e a partir de então foram cadastradas as informações das respostas na tabela de atributos do arquivo *shapefile* com os pontos de respostas.

Tabela 2: Total de área (km²), área construída (km²) e ocupação (%) para os distritos da cidade de Petrópolis

Distrito	Área total (Km²)	Área construída (Km²)	Ocupação (%)
Petrópolis	133,3	31,35	23,5
Cascatinha	181,4	20,95	11,5
Itaipava	132,5	11,59	8,7
Pedro do Rio	239,3	4,12	1,7
Posse	109,3	1,91	1,7
Município	795,8	69,92	47,3

Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 3: Localização das respostas por distrito e bairros que obtiveram respostas no questionário



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3: Identificação dos bairros e seus respectivos números de respostas

DISTRITO: PETRÓPOLIS			DISTRITO: CASCATINHA		
<i>Ident.</i>	<i>Bairro</i>	<i>Nº de Resp.</i>	<i>Ident.</i>	<i>Bairro</i>	<i>Nº de Resp.</i>
0	Vila Felipe	5	10	Bonfim	4
1	Sargento Boening	1	15	Bonsucesso	2
2	Morin	15	16	Carangola	11
3	Centro	60	19	Cascatinha	20
5	Quarteirão Brasileiro	4	20	Castelo São Manoel	2
7	Quitandinha	30	28	Estrada da Vargem Grande	1
8	Quarteirão Ingelheim	3	30	Fazenda Inglesa	6
9	Bingen	16	33	Itamarati	9
11	Alto da Serra	23	36	Nogueira	13
13	Battailard	1	43	Roseiral	4
17	Campo do Serrano	2	45	Samambaia	9
18	Castelânea	15	6	Corrêas	51
21	Castrioto	2	DISTRITO: ITAIPAVA		
22	Caxambu	4	<i>Ident.</i>	<i>Bairro</i>	<i>Nº de Resp.</i>
23	Chácara Flora	3	4	Itaipava	31
24	Cremerie	1	14	Benfica	3
25	Duarte Silveira	5	34	Madame Machado	3
26	Duques	1	49	Vale do Cuiabá	5
27	Esperança	2	DISTRITO: PEDRO DO RIO		
29	Estrada da Saudade	3	<i>Ident.</i>	<i>Bairro</i>	<i>Nº de Resp.</i>
31	Floresta	2	12	Araras	7
32	Independência	6	38	Pedro do Rio	6
35	Mosela	12	47	Secretário	1
39	Provisória	1	DISTRITO: POSSE		
40	Quarteirão Italiano	2	<i>Ident.</i>	<i>Bairro</i>	<i>Nº de Resp.</i>
41	Quissamã	17	37	Posse	4
42	Retiro	6			
44	Saldanha Marinho	1			
46	São Sebastião	11			
48	Siméria	4			
50	Valparaíso	6			
51	Vila Militar	4			

Fonte: Organizado pelos autores.

Informações complementares, como área edificada, manchas de suscetibilidade a inundação, distritos e rede de drenagem, foram levantadas a partir dos seguintes órgãos: manchas de suscetibilidade a inundação acessadas junto a base de dados do Serviço Geológico do Brasil – CPRM (<http://www.cprm.gov.br/>), divisão de distritos e limite do município no IBGE (<https://mapas.>

ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais) e, rede de drenagem e área edificada no INEA (<https://inea.maps.arcgis.com/home/index.html>).

Posteriormente, estas informações foram cruzadas com as de percepção a partir de *softwares* de geoprocessamento, tal como o ArcGIS e QGIS, onde foram gerados os mapas de espacialização das respostas e a relação com o ambiente em que estes sujeitos ocupam. Para a geração de gráficos e tabelas a partir das respostas do questionário foi utilizado o *Microsoft Excel 2013*.

PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E DOS RISCOS NA CIDADE DE PETRÓPOLIS: UMA ANÁLISE DOS DADOS

A primeira pergunta referente ao clima, posteriormente às perguntas básicas – idade, escolaridade e bairro de residência – foi “Como o clima influencia a sua vida?”. Por ser uma pergunta aberta, optou-se por deixá-la optativa aos que respondessem, o que influenciou na quantidade de respostas obtidas, considerando que 128 pessoas deixaram de respondê-la. Por meio da análise de cada uma das respostas, estas foram agrupadas de acordo com as classes apresentadas na Figura 4. As respostas classificadas como “inconsistentes” foram aquelas que, embora o indivíduo tenha reconhecido a influência do clima em sua vida, não elaborou uma frase sobre, ou seja, foram aquelas respostas do tipo “influencia bastante”, “sinto que influencia”, entre outras.

Observa-se que a influência do clima na vida da população que respondeu ao questionário esteve, majoritariamente, relacionada ao humor e/ou disposição (92 respostas), à saúde (87 respostas) e às atividades cotidianas (70 respostas).

Inseridas na classe de humor e/ou disposição, os indivíduos destacaram o mau humor atrelado às condições de tempo chuvoso e de baixas temperaturas e a falta de disposição para exercer as atividades nessas mesmas condições. O contrário foi elencado em relação às condições de tempo estável, ensolarado e de temperaturas medianas. Quanto às atividades cotidianas, destacaram-se respostas que abordaram a questão da secagem das roupas, o caminho escolhido para o deslocamento e, sobretudo, o congestionamento do trânsito, o que é possível articular com o próprio planejamento urbano uma vez que as vias de circulação não suportam o contingente populacional que trafega com automóveis particulares em dias de chuva, por exemplo.

No que se refere à saúde, observou-se uma preponderância nas respostas que destacaram a influência do clima na ocorrência de doenças respiratórias, como bronquite, rinite, além de alergias e gripe. Sorre (1984) elenca uma série de patologias que se relacionam aos elementos climáticos, demonstrando que a saúde humana pode ser afetada pela altitude, incidência da radiação, temperatura, vento e eletricidade atmosférica.

Figura 4: Gráfico do total de respostas para os agrupamentos referentes à questão:



Fonte: Organizado pelos autores.

Souza e Sant’Anna Neto (2008) apontam que, para o aumento da qualidade de vida, a biologia humana e os serviços de saúde requerem a compreensão de complexas e dinâmicas inter-relações entre o homem e o meio, o estilo de vida e o meio ambiente (físico e social).

Essa relação entre o clima e a saúde vêm sendo estudada no âmbito da Geografia Médica, que busca compreender de que forma se dá a influência dos fatores geográficos, a sazonalidade climática, os solos, a vegetação e a influência dos tipos e variações de tempo na ocorrência e disseminação das doenças (COSTA, 2018). Estudos no âmbito da bioclimatologia humana também têm explorado a relação da saúde humana com o clima.

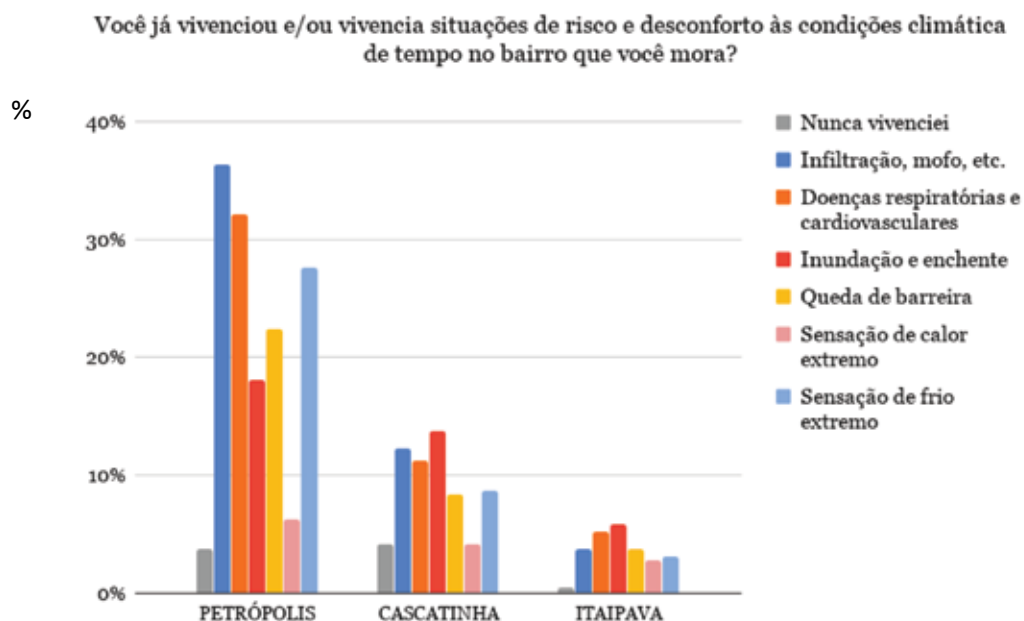
Segundo Hueb (s/a) o ser humano tem por característica adaptar-se às diferentes condições do meio com facilidade. No entanto, apesar de sua adaptação, sofre influência das alterações ambientais, o que faz com que “estas variações das condições térmicas ambientais induzem[a]m ao desencadeamento de mecanismos termorreguladores que envolve inclusive alterações na frequência respiratória. Variações de umidade, vento, pressão e poluição induzem, também, a outras alterações orgânicas” (op. cit., p. 37).

Além disso, foi destacada a influência: no comportamento (40 respostas), incluindo respostas que englobam principalmente a escolha das vestimentas a depender das condições de tempo; no trabalho (26 respostas), as quais sobressaem-se respostas de indivíduos que trabalham ao ar livre, como professores de educação física e *motoboys*; nos riscos ambientais (14 respostas), que envolvem os movimentos de massa, enchentes e inundações, e; no conforto

(6 respostas), destacando-se as respostas que assinalam o desconforto térmico, tanto referente ao calor quanto ao frio.

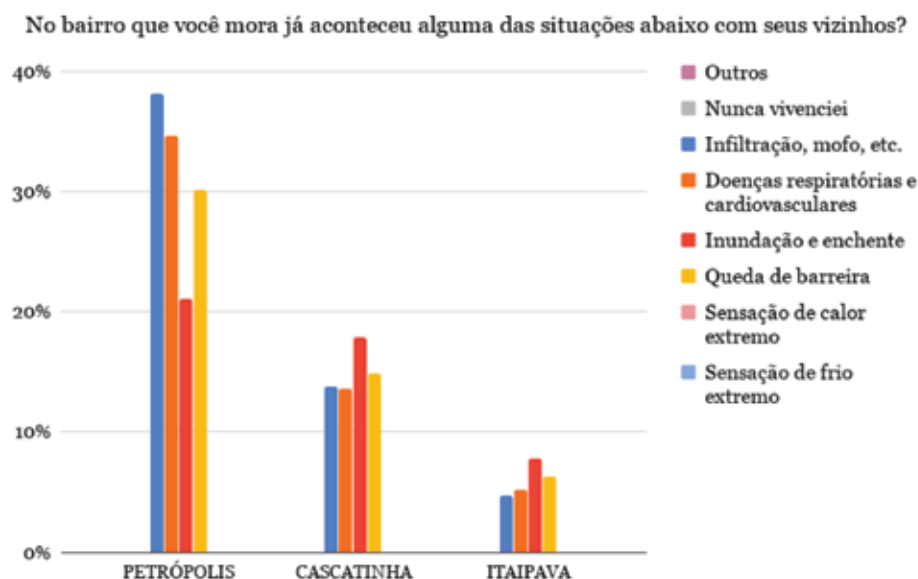
Considerando as perguntas “Você já vivenciou e/ou vivencia alguma situação de risco e desconforto relacionadas às condições de tempo no bairro que você mora?” e “No bairro que você mora já aconteceu alguma das situações abaixo com seus vizinhos e/ ou conhecidos?” verificou-se que, dos que responderam o questionário, no distrito de Petrópolis 84 (18,0% dos entrevistados) pessoas já sofreram com inundações e enchentes e 98 (21,1% das respostas) já viram ocorrer com vizinhos e conhecidos. Já no distrito de Cascatinha, 64 (13,8%) pessoas já vivenciaram essa situação (sendo este o elemento que se destaca dentre as demais alternativas), e 83 (17,3%) pessoas já viram ocorrer com pessoas próximas. No distrito de Itaipava, 27 (5,8%) pessoas já vivenciaram e 36 (7,8%) observaram com pessoas próximas (Figuras 5 e 6).

Figura 5: Porcentagem de respostas, em relação ao total de entrevistados: “você já vivenciou e/ou vivencia situações de risco e desconforto às condições climáticas de tempo no bairro que você mora?” Por distrito



Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 6: Porcentagem de respostas, em relação ao total de entrevistados, à questão: “No bairro que você mora já aconteceu alguma das situações abaixo com seus vizinhos?” Por distrito



Fonte: Organizado pelos autores.

O padrão desses acontecimentos pode estar diretamente relacionado ao próprio histórico de ocupação da cidade. Segundo Guerra et. al. (2007) “a urbanização que vem se processando no município, desde a sua criação em 1843, aliada às condições geológicas, geomorfológicas, climatológicas e pedológicas, têm sido as responsáveis pela degradação ambiental, [...] verificada [...] nas últimas quatro décadas” (p. 36). Esses mesmos autores dividem o processo de ocupação da cidade em três momentos:

1) 1845-1950: corresponde à ocupação a partir do parcelamento da cidade em lotes (os prazos de terra) “que partindo das ligações viárias, subiam pelas encostas dos morros” (GUERRA, 2014, p. 204). A ocupação da cidade até 1945 “restringia-se ao fundo dos vales e planícies fluviais, devido à menor densidade urbana e pela legislação vigente na época”. Prezava-se pela profundidade dos lotes onde o limite dessas era fixado pelos divisores de água. Entre os anos de 1945 e 1950 foi observado um expressivo aumento populacional na cidade, resultando no parcelamento dos lotes no sentido de suas profundidades (algo que era proibido pelo Plano Koeler) e da ocupação “de encostas adjacentes às áreas já urbanizadas, além de encostas com menor declividade, como os terrenos extremamente perigosos, as faixas de sopé de encostas íngremes e rochosas” (GUERRA et. al., 2014, p. 205).

2) 1950-1980: com o início e consolidação da industrialização nos distritos de Petrópolis e Cascatinha, houve uma significativa concentração e aumento da população nas áreas correspondentes. Esse período correspondeu a uma intensa degradação ambiental devido a ocupação das áreas de

encostas próximas às áreas industriais. Foi, inclusive, de acordo com Gonçalves et. al. (2014, p. 205), um período intenso de movimentos de massa. Nesse contexto:

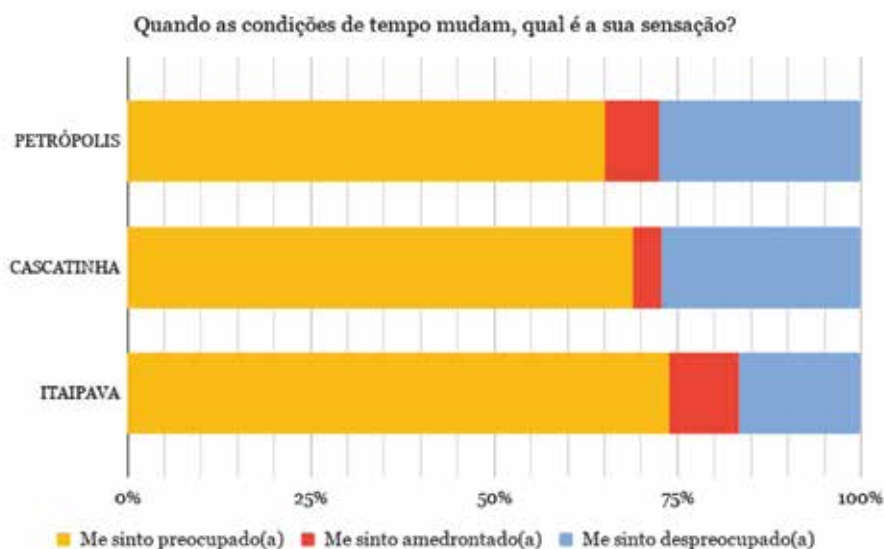
...a população de baixo poder aquisitivo passou a ocupar as encostas que até então estavam preservadas por sua vegetação, devido às limitações impostas pelos terrenos, como a declividade. Os interesses especulativos e políticos locais abriram loteamentos irregulares, apoiados em uma legislação flexível...

3) 1980-dias atuais: nesse intervalo temporal houve não mais um aumento expressivo em termos populacionais, mas sim uma concentração nos 1º e 2º distritos (GONÇALVES et. al., 2014). Concomitantemente, houve abertura de loteamentos sem critérios quanto às limitações dos terrenos, invasões de áreas públicas não ocupadas (expansão urbana), ocupação de áreas de alta declividade, ocupação de áreas de preservação permanente (APP) “convertendo-se em áreas de risco situadas no sítio urbano” (GUERRA et. al., 2014, p. 205).

Retomando as condições propostas pelo plano Koeler para o crescimento populacional em equilíbrio com a preservação ambiental, a ocupação de áreas mais acidentadas e a intensa ocupação dos fundos de vale resultou em um expressivo aumento dos movimentos de massa e inundações de caráter danosos, que são aqui evidenciados pela percepção ao risco da população petropolitana.

No que tange à pergunta “Quando as condições de tempo mudam, qual a sua sensação?” (Figura 7) torna-se ainda mais evidente a percepção ao risco. Dos 464 sujeitos que responderam ao formulário, 20 pessoas no distrito de Petrópolis se sentem amedrontadas, 177 preocupadas e 75 despreocupadas. No distrito de Cascatinha, 5 pessoas sentem-se amedrontadas, 91 preocupadas e 36 despreocupadas. No distrito de Itaipava 4 pessoas se sentem amedrontadas, 31 preocupadas e 7 despreocupadas. Esses dados demonstram que apesar da pouca ocorrência da opção amedrontada, ela aparece nos três distritos indicando a possível ocorrência de eventos perigosos (associados aos eventos pluviométricos) na região. No distrito de Petrópolis, das 20 respostas que se sentem amedrontados, 14 já vivenciaram umas das situações de queda de barreira e/ou enchentes e 16 responderam que já ocorreu com seus vizinhos. No distrito de Cascatinha, dos 5 que responderam que se sentem amedrontados, 2 já vivenciaram situações de queda de barreira e/ou enchentes e 3 responderam que já ocorreu no bairro que reside. Em Itaipava, dos 4 que se sentem amedrontados quanto à mudança da condição de tempo, 2 já vivenciaram tanto queda de barreira quanto inundações e enchentes e 3 responderam que no bairro já ocorreu um e/ou outro evento. Nesse sentido, verifica-se que, as pessoas que têm as maiores preocupações já vivenciaram os impactos decorrentes das chuvas. Dessa forma, assim como posto por Marandola Jr. (2014), observa-se que a percepção ao risco altera-se de acordo com a própria vivência do impacto. Ou seja, àqueles que vivenciaram algum dos impactos (quedas de barreiras e/ou enchentes) percebem o risco de forma diferenciada daqueles que não o vivenciaram.

Figura 7: Total de respostas (%) por distrito à questão: “Quando as condições de tempo mudam, qual é a sua reação?”



Fonte: Organizado pelos autores.

A PERCEPÇÃO CLIMÁTICA E AS INUNDAÇÕES: UM PANORAMA DE PETRÓPOLIS

Com relação à pergunta sobre “No bairro que você mora passa algum córrego/rio? Ele transborda quando chove?” Foram coletadas 272 respostas em Petrópolis, 132 em Cascatinha, 42 em Itaipava, 14 em Pedro do Rio e 4 em Posse (Figura 8). Tratando da área mais ocupada, destaca-se que os distritos de Cascatinha e Itaipava obtiveram, em maior parte das respostas (Tabela 4), relato de que os córregos inundam.

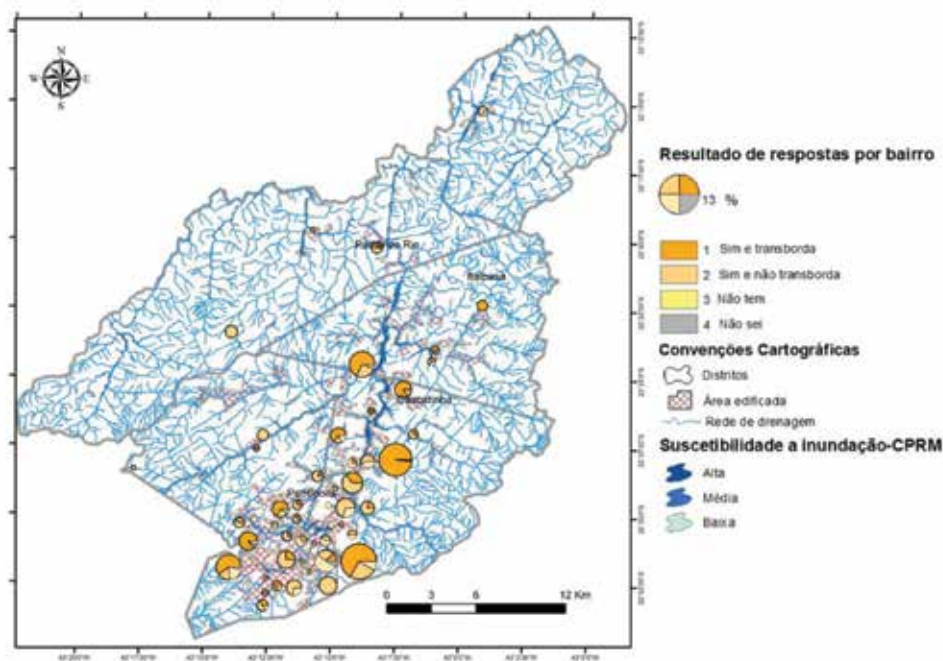
Os dados distribuídos por distrito mostram que os bairros que obtiveram o maior número de respostas foi o centro no distrito sede de Petrópolis, com 12,9% das respostas para esta questão e o bairro Corrêas, no distrito de Cascatinha, com 11,0% das respostas. Iniciando pelo distrito Petrópolis, visualiza-se que os bairros Centro, Quitandinha e Bingen (identificados por 3, 7 e 9, respectivamente) apresentam de forma majoritária respostas que destacam a ocorrência de inundações.

Tabela 4: Distribuição de respostas por distrito

Resposta (%)	Petrópolis	Cascatinha	Itaipava	Pedro do Rio	Posse
Sim e transborda	36%	61%	69%	14%	-
Sim e não transborda	40%	32%	24%	86%	75%
Não tem	22%	7%	2%	-	25%
Não Sei	2%		5%	-	-
Total de respostas	272	132	42	14	4

Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 8: Localização das respostas por bairro no município de Petrópolis

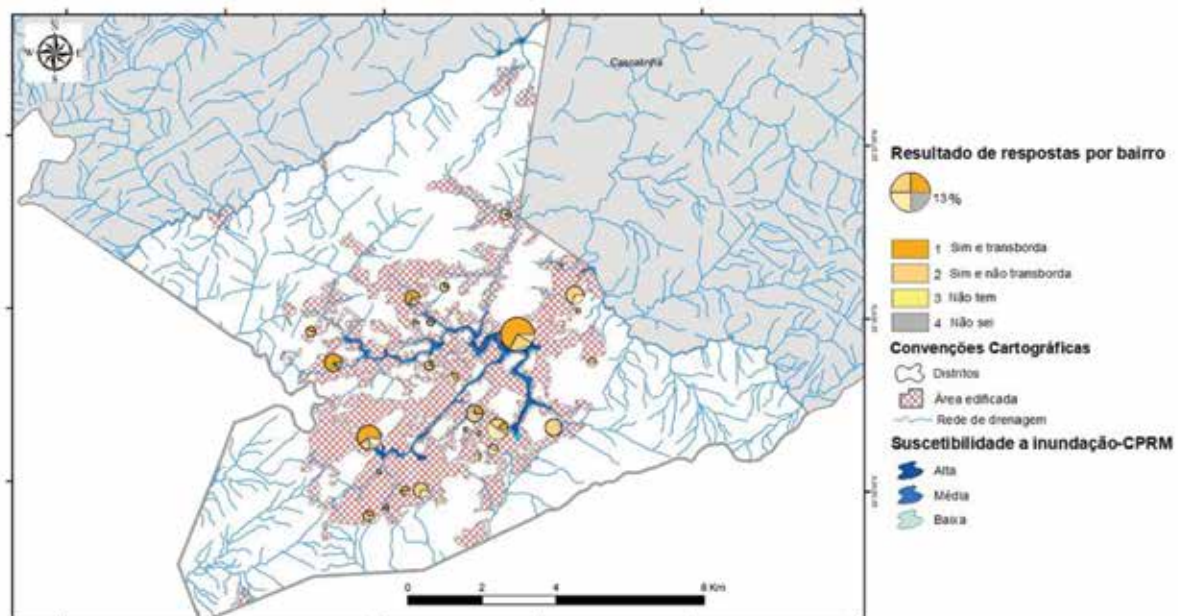


Fonte: Elaborado pelos autores.

Através da mancha de inundação oriunda da carta de suscetibilidades do CPRM, reforça-se que as ocupações desses bairros, sobretudo nos fundos de vale, marcam um contato com áreas de alta suscetibilidade a inundação (Figura 9).

É válido atentar para que, além da ocupação nos fundos de vale, existem pontos em que a ocupação se posiciona nas áreas de encosta, dificultando os processos de inundação, como nos bairros Morin, Vila Felipe e Chácara Flora (Identificados por 2, 0, 23, respectivamente). No entanto, a ocupação urbana desses bairros faz com que o processo de escoamento superficial ocasione um acúmulo de água nos fundos de vale, intensificando as inundações nas porções a jusante, como já mencionado no Centro, mas também nos outros distritos, de Cascatinha e Itaipava.

Figura 9: Localização das respostas por bairro no distrito de Petrópolis

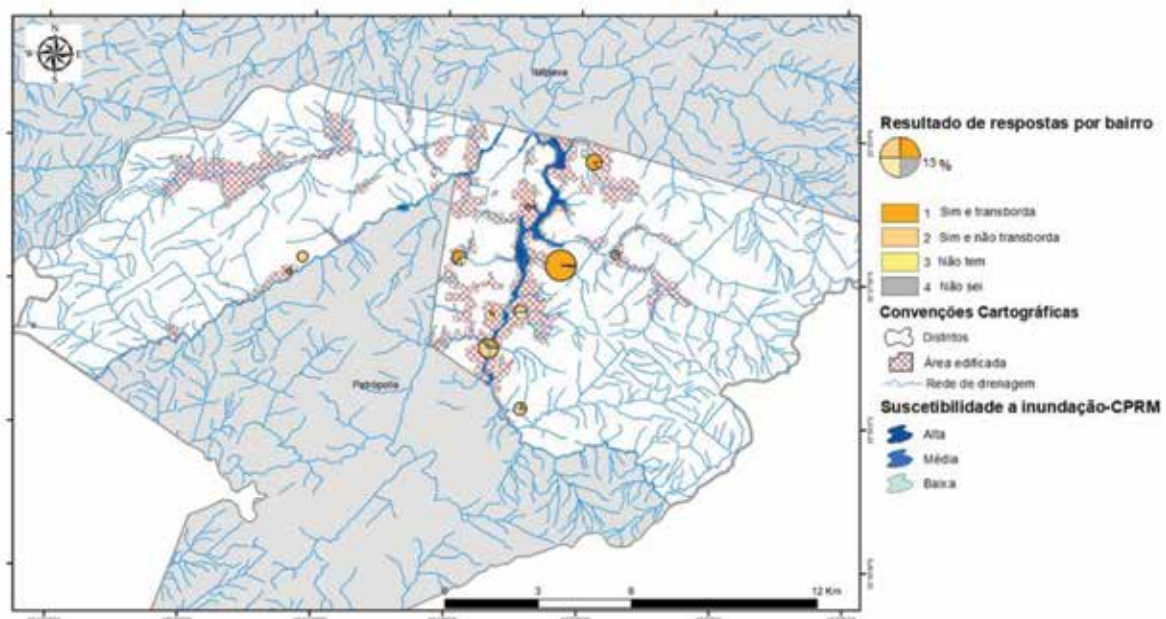


Fonte: Elaborado pelos autores.

Passando para o segundo distrito, Cascatinha, a maior parte das respostas revela uma recorrência nos eventos de inundação (Figura 10). Chama atenção o bairro de Corrêas (Número 6), onde foram coletadas 51 respostas (11,0%) e destas, 50 apontaram para a ocorrência de inundações, demonstrando uma profunda recorrência desse tipo de impacto no bairro, que coincide com a porção onde a mancha de inundação do CPRM assume a maior proporção espacial. Além desse bairro, outros, como Cascatinha, Nogueira e Carangola, (19, 36 e 16, respectivamente), também despontam como áreas normalmente afetadas pelas inundações.

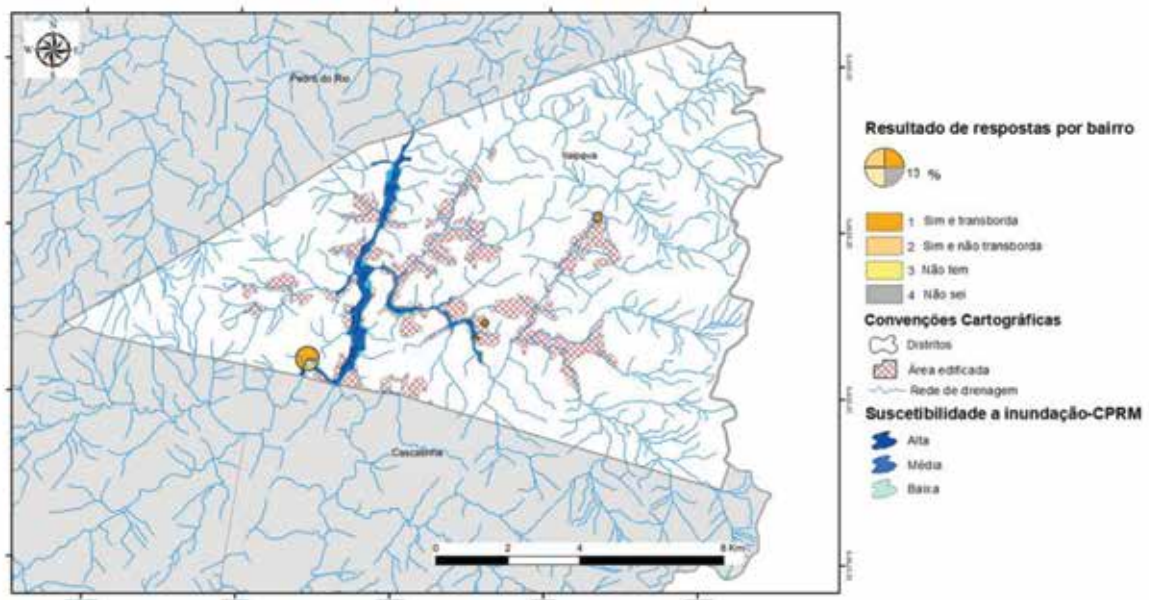
No contato entre os distritos de Cascatinha e Itaipava, encontra-se o bairro que dá nome ao terceiro distrito – Itaipava (número 4) –, que, também posicionado próximo à calha do rio Piabanha, sofre com frequência os impactos das inundações (conforme Figura 11). Além desse, outros bairros do distrito de Itaipava, como Madame Machado (34), Benfica (14) e Vale do Cuiabá (49) também são retratados com relação à ocorrência de inundações.

Figura 10: Localização das respostas por bairro no distrito de Cascatinha



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 11: Localização das respostas por bairro no distrito de Itaipava

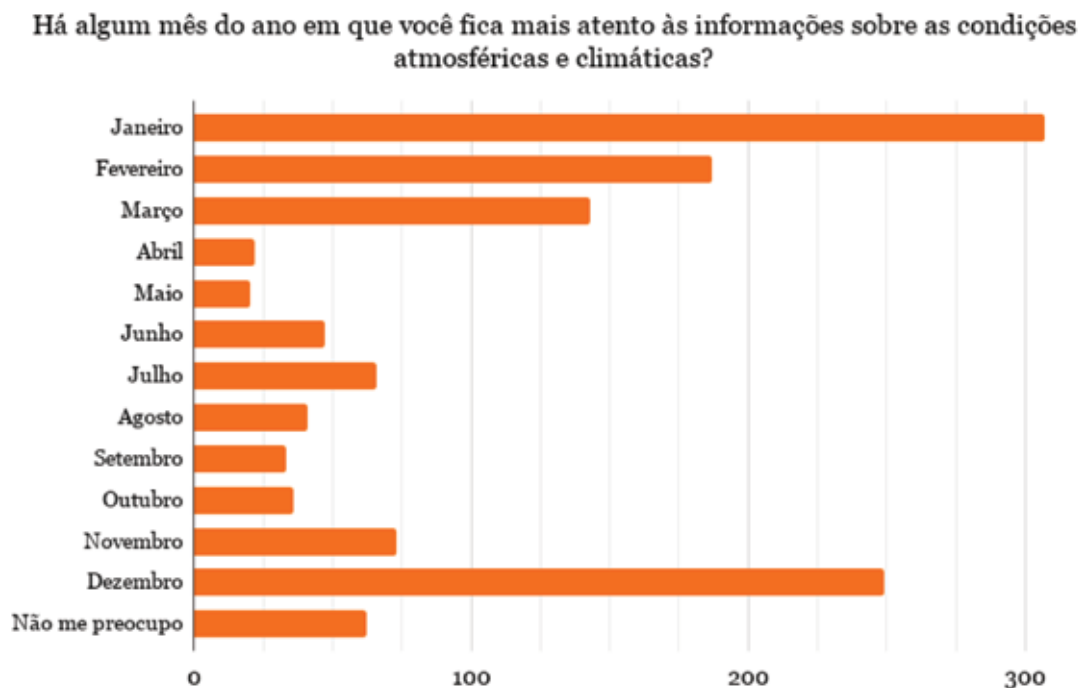


Fonte: Elaborado pelos autores.

A PREVENÇÃO AOS IMPACTOS E A BUSCA POR INFORMAÇÕES

Além da localização dos impactos das chuvas, foi considerado qual o período do ano em que os sujeitos buscam informações relacionadas à previsão do tempo e na possibilidade de repercutir em problemas socioambientais na cidade. Com relação a esse questionamento, torna-se bem evidente que a busca por informações está intimamente associada à dinâmica pluviométrica da cidade (Figura 12).

Figura 12: Respostas sobre buscas de informações sobre as condições de tempo, por mês



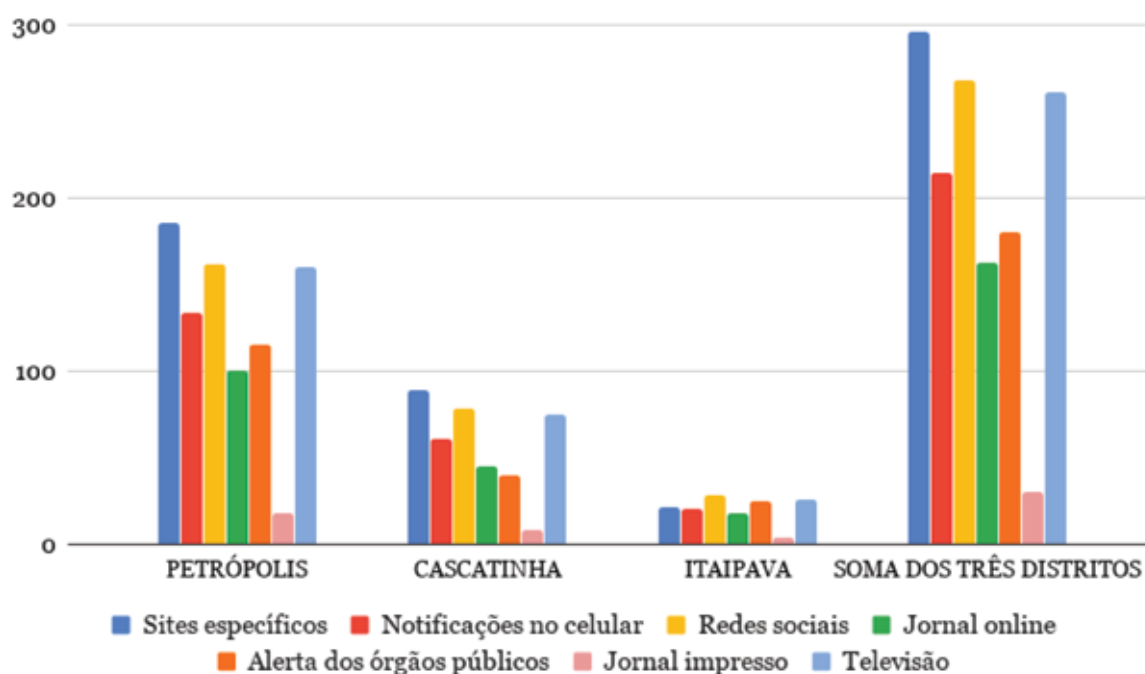
Fonte: Organizado pelos autores.

Sobre a busca por informações, foi levantada na seguinte questão: “Há algum mês do ano em que você fica mais atento às informações sobre as condições atmosféricas e climáticas?” (Figura 13). E, com ela, foi possível visualizar que este movimento de procura possui certa sazonalidade, com forte aumento, sobretudo, de novembro a março, período em que observa-se a recorrência dos eventos de elevada intensidade e que deflagram os impactos na cidade (Figura 12), conforme aponta Tavares *et al.* (2019).

No que se refere às fontes de informações utilizadas em relação às condições atmosféricas e climáticas (Figura 13), observa-se uma variedade de respostas, demonstrando que os indivíduos se informam por meio de mais de uma fonte. Ademais, percebe-se que, além da importância das redes sociais enquanto fonte de informação sobre o tempo e clima, a maioria das pessoas responderam

que buscam as informações em *sites* específicos, como o Climatempo, CPTEC, entre outros, o que aponta para uma preocupação das mesmas com informações confiáveis no que tange a temática.

Figura 13: Respostas sobre as fontes de informações sobre as condições climáticas e atmosféricas



Fonte: Organizado pelos autores.

Essa preocupação, por sua vez, mostra-se intimamente atrelada à percepção dos indivíduos acerca das condições atmosféricas e climáticas, uma vez que conferir a previsão do tempo e demais informações climáticas, pelas respostas obtidas, é condição fundamental do cotidiano petropolitano. Isso pois, os indivíduos compreendem e destacam a influência do clima na saúde, no humor e/ou na disposição, nas atividades cotidianas, no comportamento, nos riscos ambientais, no conforto, no trabalho, como já discutido anteriormente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação entre a sociedade e natureza perpassa a percepção. A partir dos sentidos, que passam pelo filtro da cultura e tornam-se percepções, o homem interage com o exterior. Dessa maneira, a partir do que se pôde observar, através da leitura e interpretação dos dados obtidos no decorrer da pesquisa, a percepção da população petropolitana encontra-se significativamente atrelada às condições de saúde, humor e/ou disposição. Apesar da cidade ter um histórico de impactos relacionados aos eventos pluviométricos (geralmente na estação chuvosa – de novembro a março), os indivíduos não identificaram os riscos ambientais como os de maior influência quando

se trata da influência do clima na vida dos cidadãos. Essa circunstância pode estar relacionada à falta de compreensão dos eventos adversos de precipitação (inundações, enchentes, movimentos de massa) enquanto derivação das condições atmosféricas e, portanto, relativos ao clima. Essa situação aponta para o entendimento da própria relação entre sociedade e natureza, visto que a influência do clima aparece, na maioria das respostas, desentrelaçada das dinâmicas da natureza.

O processo de ocupação da cidade de Petrópolis distanciou-se sobremaneira da proposta inicial disposta no plano urbanístico de Koeler. Essa condição, que fez com que a população ocupasse áreas outrora preservadas, elevou significativamente as taxas de movimentos de massa, como já elucidado, segundo estudos de Gonçalves et. al. (2014) e Guerra et. al. (2007). Destarte, com mais pessoas em áreas de risco aos movimentos de massa e as enchentes (considerando a expressiva ocupação nos fundos de vale), a percepção aos eventos climáticos e ao risco são alteradas, uma vez que os impactos decorrentes passam a atingir mais pessoas.

A partir das análises efetuadas, o distrito com maior taxa de ocupação (Petrópolis) apresentou maior quantidade de respostas em termos de ter vivenciado situações de movimentos de massa e/ou enchentes, assim como a ocorrência no bairro que reside. Quanto à percepção ao impacto, verificou-se que a relação entre o vivenciar o evento (o perigo) e percebê-lo enquanto risco encontra-se em significativa associação, dado que as pessoas que se sentem amedrontadas quando as condições de tempo mudam são, em maior número, as que, também, já vivenciaram uma ou mais situações de perigo.

Dentro da investigação sobre as inundações, os principais canais do município apresentam alta suscetibilidade à inundação, eventos estes que foram amplamente destacados pelos moradores dessas áreas, em bairros como o Centro e Quitandinha (no distrito de Petrópolis), Corrêas e Cascatinha (no distrito Cascatinha) e Itaipava (no distrito de mesmo nome), demonstrando serem essas áreas que de forma recorrente são impactadas pelas inundações.

Isto posto, reitera-se a importância dos estudos que debruçam a discussão sobre a percepção climática, uma vez que a percepção, ao apontar para o aspecto sensível, demonstra de que forma as condições e os fenômenos climáticos e atmosféricos impactam e sensibilizam a vida da população. Dessa forma, e considerando a percepção enquanto um indicador de demanda social, torna-se possível pensar em ações e estratégias de planejamento e gestão do espaço urbano que melhorem a qualidade de vida de maneira que faça sentido para os cidadãos na medida em que parte da apreensão, assimilação e percepção deles próprios acerca da realidade na qual se inserem.

REFERÊNCIAS

ASSIS, E. S. de. Aplicações da climatologia urbana no planejamento da cidade: revisão dos estudos brasileiros. *Revista de Urbanismo e Arquitetura*, Salvador-BA v. 7, n. 1, p. 20-25, 2006. Disponível em: <<https://portalseer.ufba.br/index.php/rua/article/view/3149/2261>>. Acesso em 1 jul. 2020.

BURTON, I.; KATES, R.W. The perception of natural hazards in resource management. *Natural Resources Journal*, London, v. 3, p. 412-441, 2014.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (orgs.).: *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 19-45.

COSTA, R. A. As ondas de frio e sua influência na saúde pública do Pontal do Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, Edição Especial Dossiê Climatologia de Minas Gerais, v. 14, 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/61025/36762>>. Acesso em 24 set. 2020.

DEL RIO, V.; OLIVEIRA, L. (orgs.). *Percepção Ambiental: a experiência brasileira*. São Paulo: Studio Nobel, 1996.

EIRÓ, F.; LINDOSO, D. Mudanças climáticas, percepção de risco e inação de semiárido brasileiro: como produtores rurais familiares percebem a variabilidade climática no sertão do São Francisco – Bahia. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza-CE, v. 45, n. 4, p. 135-148, 2014.

FERNANDES, V.; SAMPAIO, C. A. C. Problemática ambiental ou problemática socioambiental? A natureza da relação sociedade/meio ambiente. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba-PR, v. 18, p. 87-94, 2008. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/13427>>. Acesso em 5 jul. 2020.

FOGAÇA, T. K.; LIMBERGER, L. Percepção ambiental e climática: estudo de casos em colégios públicos do meio urbano e rural de Toledo-PR. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo-SP, v. 28, p. 134-156, 2014. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/90009>>. Acesso em 20 ago. 2020.

FUJITA, C. *Dilema urbano-ambiental na formação do território brasileiro*: desafios ao planejamento urbano no Brasil. 214f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16135/tde-29032010-162214/publico/FAUUSP_2008_FUJITA_tese.pdf>. Acesso em 20 ago. 2020.

GONÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro) In: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.).: *Impactos ambientais urbanos no Brasil*, 11ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, 189-216.

GUERRA, A. J. T.; GONÇALVES, L. F. H; LOPES, M. B.M. Evolução histórico-geográfica da ocupação desordenada e movimentos de massa no município de Petrópolis, nas últimas décadas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo-SP, ano 8, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/84>>. Acesso em 26 set. 2020.

HACK, L. P. O clima urbano de Petrópolis – RJ: Análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de risco e nas inundações. In: SANT'ANNA NETO, J. L. (Org.). *Os climas das cidades brasileiras*. Presidente Prudente: UNESP/ FCT, 2002.

HUEB, M. M. *A importância da bioclimatologia na saúde das vias aéreas*. IAPO- Interamerican Association of Pediatric Otorhinolaryngology. s/a. pp. 37-42.

LEFF, E. *Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável*. Blumenau: Edifurb, 2000.

LOOSE, E. B. *Riscos Climáticos no Circuito da Notícia Nacional: Percepção, Comunicação e Governança*. 455f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba; 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/43179>>. Acesso em 29 set. 2020.

LORDEIRO, M. S. *Atualidade do Plano Urbanístico de Koeler*. Tribuna de Petrópolis, Suplemento: 16/03/2000. Disponível em: <http://ihp.org.br/26072015/lib_ihp/docs/msl20000309.htm>. Acesso em 15 jul. 2020.

MARANDOLA JR., E. *Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana*. São Paulo: Brucher, 2014.

NAÇÕES UNIDAS. *Living with risk: A global review of disaster reduction initiatives*. Genebra: UN, 2004. 457p. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/we/inform/publications/657>>. Acesso em 15 jul. 2020.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2º edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

OLIVEIRA, L. Percepção ambiental. *Revista Geografia e Pesquisa*, Ourinho-SP, v. 6, n. 2, 2012. Disponível em: <http://vampira.ourinhos.unesp.br/openjournalssystem/index.php/geografiaepesquisa/article/view/135>. Acesso em 3 set. 2020.

PELEGRINI, S. C. S. Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental. *Revista Brasileira de História*, São Paulo-SP, v. 26, n. 51, p. 115-140, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-01882006000100007>>. Acesso em 23 set. 2020.

RIBEIRO, R. R. R. *A percepção Social dos Riscos Naturais*: Portugal e Tuvalu. 121f. Dissertação (Mestre em Energia e Gestão do Ambiente) – Universidade de Aveiro, 2008.

ROCHA, S. A. Geografia humanista: história, conceitos e o uso da paisagem percebida como perspectiva de estudo. *RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, v. 13, p. 19-27, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/7670/9077>>. Acesso em 23 ago. 2020.

RUOSO, D. *O clima de Santa Cruz do Sul-RS e a percepção climática da população urbana*. 172f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/9480>>. Acesso em 13 jul. 2020.

RUOSO, D. A percepção climática da população urbana de Santa Cruz do Sul/RS. *RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, v. 25, p. 64-91, 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/28004>>. Acesso em 20 set. 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, Ano 7, v. 8, p. 45-60, 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25794/17213>>. Acesso em 5 jul. 2020.

SANT'ANNA NETO, J. L. Medir o tempo, ler, interpretar e sentir o clima: uma climatologia a serviço do entendimento das relações entre os homens e seus lugares, entre as sociedades e seus territórios. In: SILVA, C. A. da.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. (orgs.) *Experimentos em Climatologia Geográfica*. Dourados (MS): UFGD, 2014, p. 23-32.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. *Revista Terra Livre*, São Paulo-SP, v. 1, n. 20, p. 27-49, 2003. Disponível em: <<https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/187>>. Acesso em 18 set. 2020.

SMITH, K. *Environmental Hazards, Assessing Risk and Reducing Disaster*. Londres: Routledge, 2007.

SORRE, M. A adaptação ao meio climático e biossocial - geografia psicológica. São Paulo: Ática, nº. 46, 1984.

TAVARES, C. M. G.; OLIVEIRA, T. A.; FERREIRA, C. C. M.; SANCHES, F. Análise das precipitações no município de Petrópolis-RJ: características e tendências dos eventos extremos para o período de 1939-201. *Anais...*, 13, ENCONTRO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – ENANPEGE, São Paulo, 2019.

TUAN, Y. *Topophilia: a study of enviromental percepcion, atitudes, and values*. Rio de Janeiro: Ed. Difel, 1980.

WHYTE A. V.; BURTON I. Perception of risk in Canada. *In*: BURTON, I.; FOWLE, C. D.; MCCULLOUGH, R. S. (orgs.). *Living with risk*. Institute of Environmental Studies, University of Toronto, 1982. p. 39–69.

PARTE II

**A INFLUÊNCIA DE FATORES
GEOGRÁFICOS E HUMANOS
SOBRE O CONFORTO TÉRMICO
E A DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA
DO AR EM MEIOS URBANOS
E RURAIS. PERCEPÇÃO CLIMÁTICA
E EVENTOS EPISÓDICOS DE
CHUVA E SUAS REPERCUSSÕES
SOCIOECONÔMICAS**

COBERTURA VEGETAL DAS REGIÕES URBANAS DE JUIZ DE FORA-MG

ISABELA FERNANDA MORAES DE PAULA
CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

INTRODUÇÃO

A vegetação intraurbana constitui importante elemento nas cidades em função de sua capacidade em atenuar os efeitos da urbanização. Revela-se um componente reestruturador, cuja funcionalidade abrange o restabelecimento da salubridade. Tal acepção foi verificada, em 1835, pelo médico Emílio Joaquim da Silva Maia ao anunciar em uma sessão pública na Sociedade da Medicina do Rio de Janeiro os benefícios da vegetação (SEGAWA, 1996).

Sendo assim, o termo salubridade cunhado por Foucault (2009, p. 295) como o estado do meio e dos elementos que o compõem, converge aos ideais de proteção dos recursos naturais, evidenciando a necessidade de ordenar ações que gerem bem-estar social.

No entanto, sabe-se que o processo de ocupação humana, em grande parte do território brasileiro, se deu de forma desordenada. Dados históricos demonstram que o auge da urbanização do país ocorreu entre 1950 e 1970 e destacam os períodos correspondentes a 1960 e 1980 como relevantes no que se refere ao deslocamento populacional, no qual estima-se que cerca de 43 milhões de pessoas saíram das áreas rurais para residirem às urbanas (BRITO, 2006). O rápido crescimento das cidades, sem devido planejamento, contribuiu para ocorrência de modificações significativas, capazes de gerar efeitos deletérios ao espaço urbano. Nesse sentido, Cabral (2013) afirma que as alterações do homem ao meio ambiente produzem mudanças na paisagem, proporcionalmente, às de seus componentes, de modo que a eliminação da vegetação em detrimento da introdução de estruturas urbanas provoca transformações que comprometem a qualidade ambiental, ao qual a sociedade vive em estreita relação.

Pode-se citar, entre tais efeitos, a elevação da poluição atmosférica e sonora, supressão da fauna e flora, aumento da presença de áreas impermeabilizadas e redução da capacidade de infiltração da água no solo, incremento de atividades que gerem calor, inserção de materiais com elevada capacidade calorífica, contribuindo para acréscimos na temperatura do ar e de superfície,

redução da umidade do ar e ocorrência das ilhas de calor (BARBOSA, 2005; NUCCI, 2008; MOTA, 2011). As ilhas de calor são definidas por Lombardo (1985, p. 24) como “uma área na qual a temperatura de superfície é mais elevada que as circunvizinhas”. Esse fenômeno intensifica a poluição, visto que dificulta as trocas de ar da cidade com seu entorno, formando uma circulação peculiar, no qual o ar da região central se aquece e eleva, enquanto o ar da periferia converge ao interior, formando um domo de poeira. Durante o deslocamento, devido à escassez de vegetação, ocorre a perda das características do ar mais fresco e úmido proveniente dos arredores. Por conseguinte, a solução para atenuar esta circunstância estaria atrelada à implantação de um sistema de áreas verdes a constituir um corredor de ventilação no sentido periferia-centro (NUCCI, 2008).

Dessa forma, a preservação e incorporação dos elementos vegetativos na *urbe* estão relacionados a diversos benefícios podendo-se destacar fatores atrelados ao microclima como fornecimento de sombreamento local, temperaturas do ar mais amenas, redução da radiação solar e velocidade dos ventos e manutenção da umidade relativa presente na atmosfera, além de parâmetros ecológicos e sociais como retenção e estabilização dos solos, prevenção contra processos de erosão, produção de sombra à margem dos cursos d’água, garantindo temperatura adequada as formas de vida nela existentes, absorção de gás carbônico, fornecimento de oxigênio pela fotossíntese, atenuação de ruídos, absorção e dispersão de poluentes e disponibilização de uma paisagem com visual agradável (MOTA, 2011).

Alvarez *et al.* (2010, p. 692) afirma que para a garantia de um “mínimo de bem-estar à população” deve-se quantificar a vegetação de um dado local, visto que seu conhecimento no espaço possibilita a verificação do grau de interferência do homem no meio, permitindo verificar sua potencialidade quanto a qualidade do ambiente, além de nortear futuros projetos voltados à melhoria da ambiência das cidades.

Nesse sentido, são difundidos índices vegetativos na literatura que consideram tanto a área total em observação quanto a população nela inserida, a saber, Índice de Cobertura Vegetal por Área Urbana (ICVAU), que considera a cobertura vegetal existente em uma determinada unidade de área, podendo ser expressa em porcentagem, o Índice de Verde por Habitante (IVH), que relaciona a quantidade de vegetação disponível para os indivíduos de sua área de abrangência e o Índice de Cobertura Vegetal Arbórea (ICVA), que envolve a ocorrência apenas de espécies arbóreas em uma dada localidade, estando este atrelado às funções de conforto térmico, visto que a vegetação arbórea promove o sombreamento, além de regular a temperatura e umidade do ar, por meio da evapotranspiração.

Aliando-se aos aspectos quantitativos, o conhecimento da distribuição espacial destas permite verificar a ocorrência ou não de sua homogeneidade no espaço, estando este fator diretamente atrelado as sensações de conforto ao homem, pois a influência da cobertura vegetal, essencialmente arbórea, é limitada e local, sentida abaixo da copa das árvores, sendo, portanto, preferível sua distribuição em pequenos grupos ao invés de extensas áreas (SHINZATO, 2009).

A fim de verificar o nível de contiguidade e conectividade dos remanescentes que compõem os centros urbanos. Jim (1989, p. 218) estabeleceu um padrão denominado “*tree-canopy cover*”, no qual considera as formas das manchas de vegetação. Destaca-se as categorias *Isolated*, *Liner* e *Connected*, sendo subdivididas em mais três variáveis, totalizando nove tipos, que acabam por refletir o modo de uso e ocupação da terra.

Sendo assim, considerando a relevância do verde urbano para a ambiência das cidades e a necessidade de estudos que versem sobre sua ocorrência, a fim de verificar a funcionalidade no meio, esta pesquisa tem como objetivo constatar a presença da cobertura vegetal e suas relações com as estruturas urbanas, de modo que sejam reconhecidos seus arranjos físico-espaciais quanto à forma e modo de distribuição, identificar as áreas de calor e frescor em função da presença de vegetação e da malha viária em que abrange e estabelecer índices vegetativos, de forma que sejam observadas as relações entre sua existência, área total e habitantes a qual permeia.

ÁREA DE ESTUDO

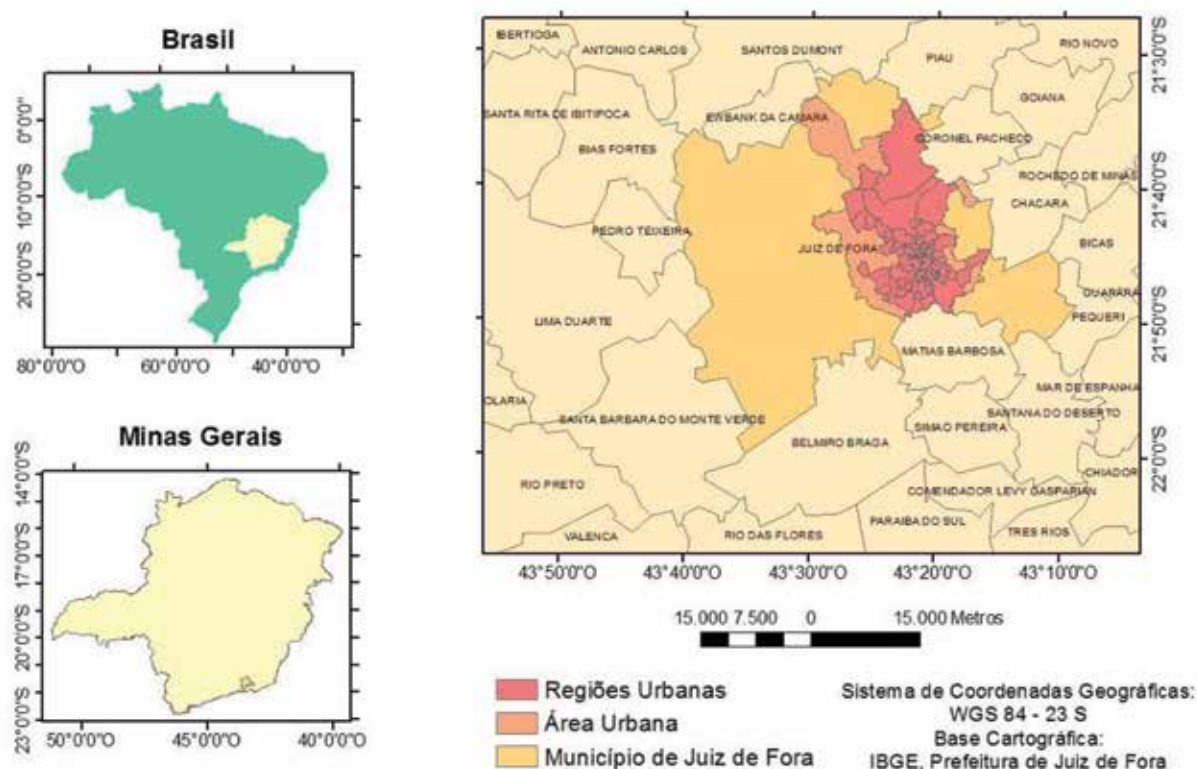
O município de Juiz de Fora, inserido na Zona da Mata mineira, sobre as coordenadas geográficas 21°45'35" Latitude-Sul e 43°20'50" Longitude (STAICO, 1997), abrange a porção sudeste do estado de Minas Gerais e ocupa uma área de 1429,8 Km².

Está ordenado territorialmente com base na Lei nº 6.910 de 1996, que estabelece sua divisão territorial em áreas urbanas e rurais, a Lei nº 7.619 de 1989, institui o seu perímetro urbano e o Decreto nº 4.219 de 1989, que descreve as regiões urbanas, configurando 81 subdivisões, que correspondem a “unidades menores e mais coesas quanto às suas características”, subdividindo a porção mais adensada e ocupada da cidade (PDDU, 2004, p. 165) (Figura 1).

A prefeitura de Juiz de Fora, estabelece, ainda, regiões administrativas que se diferenciam em Norte, Nordeste, Sul, Sudeste, Leste, Oeste e Centro, estando estas atreladas à definição dos “territórios socioassistenciais pela existência das condições de vulnerabilidade social e territorial, incluindo critérios de limites geográficos naturais ou gerados pela urbanização” (Tabela 1 e Figura 2).

Dessa forma, nota-se que a área mais adensada, em termos populacionais, pauta-se na Região Centro, que abrange o mais elevado valor de densidade demográfica, a saber, 95,6 hab./ha. Em contraposição, a Região Norte, que possui expressiva expansão territorial, faculta em índices de densidade demográfica menores, de 7,73 hab./ha.

Figura 1: Localização das regiões urbanas de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Paula (2017, p. 95).

Tabela 1: População e área bruta das regiões administrativas de Juiz de Fora

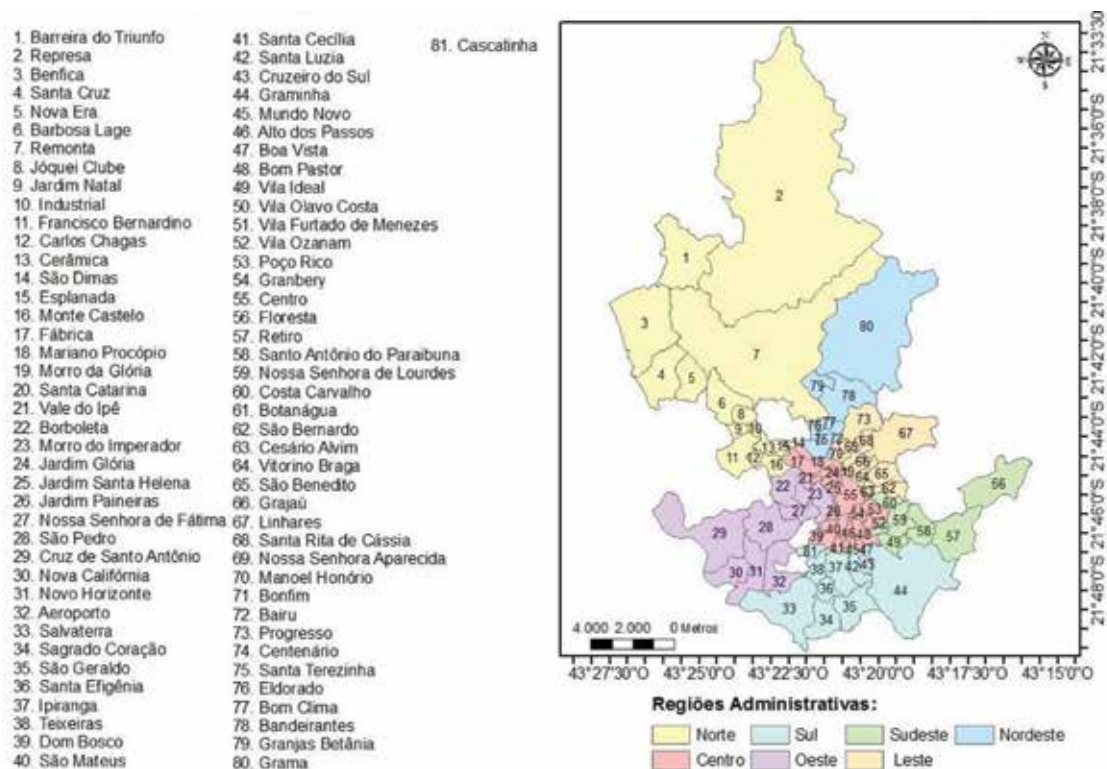
Regiões Administrativas	População	Área Bruta (ha)	Densidade Demográfica (hab./ha)
Norte	106355	13750,2	7,734796585
Nordeste	47648	2774,5	17,17354478
Oeste	33976	1882,52	18,04814823
Sul	61562	3018,78	20,39300645
Sudeste	47116	1398,22	33,69712921
Leste	88590	1375,44	64,4084802
Centro	106066	1109,36	95,61008149
Total	491313	25309,02	19,41256516

Fonte: IBGE (2010).

A importância dessa relação é ressaltada por Nucci (2008) ao afirmar que os adensamentos construídos e demográficos influem no espaço quanto à presença de congestionamentos, escassez de espaços livres, incidência de ruídos e aglomerações, podendo comprometer o bem-estar humano.

No que se refere aos aspectos ambientais da área de estudo, convém destacar que Juiz de Fora tem como formação vegetativa original a Floresta Estacional Semidecidual, inerente a climas com duas estações bem definidas

Figura 2: Regiões urbanas e administrativas de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Paula (2017, p. 96).

Com relação ao seu caráter fisionômico, pode ser classificada como Floresta Pluvial de Baixo-Montana, sendo caracterizada por um tipo de cobertura mais evoluída, estruturalmente uniforme, com árvores de 6 a 7 metros (RIZZINI, 1963). Está inserida na Região da Mantiqueira Setentrional, apresentando aspecto montanhoso, com níveis médios de 800 metros. Apresenta feições convexas ou côncavo-convexas com presença de planícies intermontanas e anfiteatros, sob domínio dos mares de morros, conforme define Ab'Saber (2003).

Em termos climáticos, a Serra da Mantiqueira condiciona um clima tropical de altitude, causando efeitos nas temperaturas locais e na distribuição da chuva, gerando “ilhas” úmidas nas vertentes leste e udeste (SANT'ANNA NETO, 2005).

As maiores temperaturas na região ocorrem no período de primavera-verão, estando geralmente atreladas a presença da Massa Tropical Atlântica. As menores temperaturas, entretanto, ocorrem no outono-inverno, sendo relacionada à Massa Polar Atlântica. Quanto à precipitação, estas ocorrem em maior abundância no primeiro período citado (primavera-verão) e em menor quantidade no outono-inverno. Entre setembro e março, comumente ocorrem frentes na Zona da Mata que, ao serem barradas pelo relevo, produzem elevadas precipitações a barlavento (SOUZA; SAVATTINI, 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção dos dados necessários nesta pesquisa foram utilizadas duas imagens, com finalidades distintas, para a área urbana de Juiz de Fora, são elas: uma fotografia aérea, cedida pela Prefeitura do município, com data de sobrevoo de 2007, na escala de 1:2000, para a delimitação da cobertura vegetal, e uma imagem de satélite do Landsat 8, de 12 de janeiro de 2015, adquirida gratuitamente pelo *site* do *United States Geological Survey* (USGS), para aquisição dos dados termais da área em estudo.

O conceito que norteou o trabalho teve como referência Cavalheiro *et al.* (1999, p. 1), que define cobertura vegetal como “a projeção do verde em cartas planimétricas”, que identificada sem auxílio de estereoscopia, permite observar toda a vegetação existente nos espaços que integram a zona urbana, a saber, espaços construídos, livres e de integração. A identificação e delimitação da cobertura vegetal foi realizada no programa ArcGis 10, cuja posterior quantificação dos polígonos gerados, por meio da ferramenta “cálculo de geometrias” acoplado a tabela de atributos, contribuíram para o cálculo dos seguintes índices vegetativos:

- Índice de cobertura vegetal por área urbana:

$$\text{ICVAU} = \frac{\text{Área coberta por vegetação}}{\text{Área Total}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

- Índice de cobertura vegetal arbórea:

$$\text{ICVA} = \frac{\text{Área coberta por vegetação arbórea}}{\text{Área Total}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

- Índice de verde por habitante:

$$\text{IVH} = \frac{\text{Área coberta por vegetação}}{\text{Habitantes}} \quad (\text{m}^2/\text{hab}) \quad (3)$$

- Índice de cobertura vegetal dos espaços de integração urbana:

$$\text{ICVIU} = \frac{\text{Área coberta por vegetação da integração urbana}}{\text{Área Total}} \times 100 (\%) \quad (4)$$

- Índice de cobertura vegetal nos espaços livres:

$$\text{ICVEL} = \frac{\text{Área coberta por vegetação nos espaços livres}}{\text{Área Total}} \times 100 (\%) \quad (5)$$

Para a identificação da configuração da cobertura vegetal (Figura 3), em relação ao seu incremento, conectividade e contiguidade, foi utilizado a proposta de Jim (1989), no qual define:

- **Isolated:** Há predomínio de cobertura artificial de prédios, ruas e outros materiais impermeáveis. As superfícies artificiais formam uma matriz contínua que envolve discretas e pequenas unidades de cobertura florestal. As árvores estão confinadas, dispersas e limitadas a nichos de beira de estrada e ocasionalmente a pequenos jardins em lotes residenciais.

Dispersed: As unidades de vegetação são pequenas e com dimensões semelhantes. Ocorrem, principalmente, árvores solitárias, vastamente dispersas na matriz construída.

Clustered: As árvores estão dispostas em pequenos grupos em meio aos componentes da construção.

Clumped: As árvores estão agregadas em largas unidades principalmente em quintais ou áreas de declive.

- **Linear:** Marcado pela justaposição de árvores em sentido dominante como resposta à organização da rede artificial habitada.

Rectilinear: Estreita, comumente reta e alinhada ao longo da beira da estrada. Segue modelo em grade, relativamente livre de contrastes topográficos.

Curvilinear: Envolve extenso e frequente cinturão de meandros modificados ou naturais em declives adjacentes à rua. *Annular:* É um tipo especial da *curvilinear*. As árvores formam um círculo contínuo em torno das pequenas encostas.

- **Connected:** Apresenta elevada cobertura e, concomitantemente, a um elevado grau de conectividade e contiguidade. A floresta residual presente se estabeleceu antes da intrusão da urbanização. Concentrada em terrenos com declividade ou próximo à periferia da cidade.

Reticulate: Rede alongada de meandros em estreitos interstícios em declive pouco desenvolvido.

Ramified: Possui sua área coberta em mais de 50,0%. O entrelaçamento da cobertura vegetal envolve lotes de construção separada.

Continuous: Possui sua área coberta com mais de 75,0% de vegetação. É essencialmente uma floresta periurbana, com mínimo de intrusão pela urbanização. A quase contínua cobertura é pontuada ocasionalmente por isoladas e pequenas construções ou estreitas estradas sinuosas.

Figura 3: Classificação da distribuição espacial da cobertura vegetal



Fonte: Jim (1989, p. 218).

A última etapa metodológica consistiu na elaboração do mapa de temperatura de superfície, no qual utilizou-se a banda 10 do landsat 8 de janeiro de 2015. Após a reprojeção da imagem para a Projeção/Datum WGS 1984 Zona 23 S e correções atmosféricas, através da ferramenta *Raster Calculator*, inserida no *Arc Tool Box*, foram obtidas as equações para extração das faixas termais, conforme propõe Santos *et al.* (2014):

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

Em que:

L_{λ} - Radiância espectral no topo da atmosfera

M_L - Fator multiplicativo reescalado da radiância para a banda específica

Q_{cal} - Número digital do pixel

A_L - Fator aditivo reescalado da radiância para a banda específica

$$T_{rad} = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1 + 1}{L_{\lambda}} \right)} \quad (7)$$

Em que:

T_{rad} - Temperatura de brilho no sensor ou temperatura radiante

K_2 - Constante termal da banda específica

K_1 - Constante termal da banda específica

L_{λ} - Radiância espectral no topo da atmosfera

Após esses procedimentos, com a geração do mapa de temperatura de superfície, foi verificada a relação existente entre as áreas com menores e maiores temperaturas e as áreas com manchas de verde urbano e sistema viário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os índices vegetativos obtidos para a área de estudo demonstram certas peculiaridades. Nota-se que os menores valores abrangem a Região Centro, fato que se deve às maiores impermeabilizações e verticalizações nessa localidade, assim como os reduzidos vazios urbanos que a envolvem, em contraposição às demais regiões que abrangem uma ampla cobertura vegetal, sobretudo rasteira, em suas áreas mais limítrofes. Tais especificidades evidenciam as discrepâncias entre elas em termos quantitativos (Tabela 2).

Da mesma forma, observa-se que a região com maior presença, em extensão, de espécies arbóreas, refere-se a Sul, com cerca de 31,0% de sua área total. Para tanto, nota-se que a área com maior cobertura vegetal, atrelada a Região Oeste, possui quantidade inferior desta tipologia, com apenas 14,9%. Em seguida, destaca-se a Região Centro, com 15,4%.

Observando a integralidade da área de estudo, constata-se dimensões significativas de cobertura vegetal, com cerca de 70,0%. No entanto, este valor não pode ser atrelado à permeabilidade do solo, visto que o mapeamento considerou as dimensões das copas arbóreas e arbustivas e estas, muitas vezes, no meio urbano, encontram-se confinadas a reduzidos espaços, envolta por estruturas artificiais.

Tabela 2: Índices vegetativos para as Regiões Administrativas de Juiz de Fora

Regiões Administrativas	ICVAU (%)	ICVA (%)	IVH (m ² /hab.)	IVAH (m ² /hab.)
Centro	25,68	15,40	26,86	16,10
Leste	48,35	18,19	75,08	28,24
Sul	69,97	31,87	343,11	156,31
Nordeste	70,17	27,24	408,63	158,65
Sudeste	71,06	25,41	210,90	75,42
Norte	75,37	17,53	974,49	226,73
Oeste	83,75	14,98	464,05	83,04
Total	70,89	20,49	365,22	105,60

Fonte: Paula (2017, p. 107).

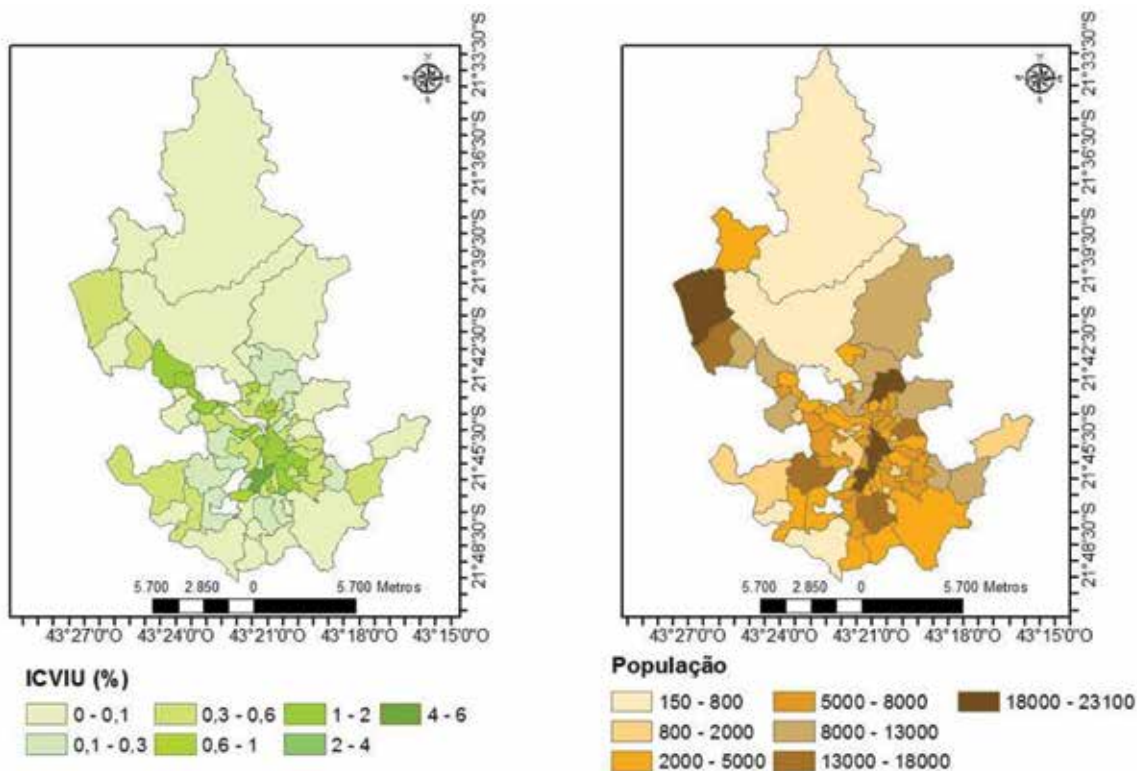
Quanto aos índices de verde por habitante, constata-se que os menores valores abarcam a Região Centro, o que está diretamente atrelado ao elevado adensamento populacional que envolve. A Região Leste possui um número considerável de habitantes e possui uma área total, em metragem, um pouco maior que o centro, o que justifica sua posição de segundo menor índice por habitante obtido. As demais localidades refletem, principalmente, os expressivos vazios urbanos constantes nas periferias.

No que se refere ao índice da cobertura vegetal nos espaços de integração urbana, nota-se na Figura 4, que a maior parte da área em estudo abrange menos de 1,0% do total de sua área com este revestimento. No entanto, os maiores investimentos estão relacionados à área central.

Sendo assim, as áreas que deveriam receber maior atenção da prefeitura do município, em um primeiro momento, em função dos baixos índices de cobertura vegetal dos espaços de integração urbana e dos significativos incrementos populacionais, pautam-se nas Regiões Urbanas Progresso, São Benedito, Santa Luzia, Ipiranga, São Pedro e Santa Cruz, que possuem menos de 0,3% de sua área total coberto por este tipo de vegetação e mais de 13000 habitantes. Destaca-se, da mesma forma, Benfica, que possui mais de 18000 residentes e menos de 0,6% de sua área revestida com vegetação de integração urbana.

No que se refere aos espaços livres de uso público, observa-se que a cobertura vegetal destas também se encontram limitadas a reduzidos espaços nas regiões, como pode ser visualizado na Figura 5, no qual a maior parte possui menos de 1,0% de toda a sua área com tal destinação

Figura 4: Índice de cobertura vegetal dos espaços de integração urbana e densidade populacional de Juiz de Fora (MG)



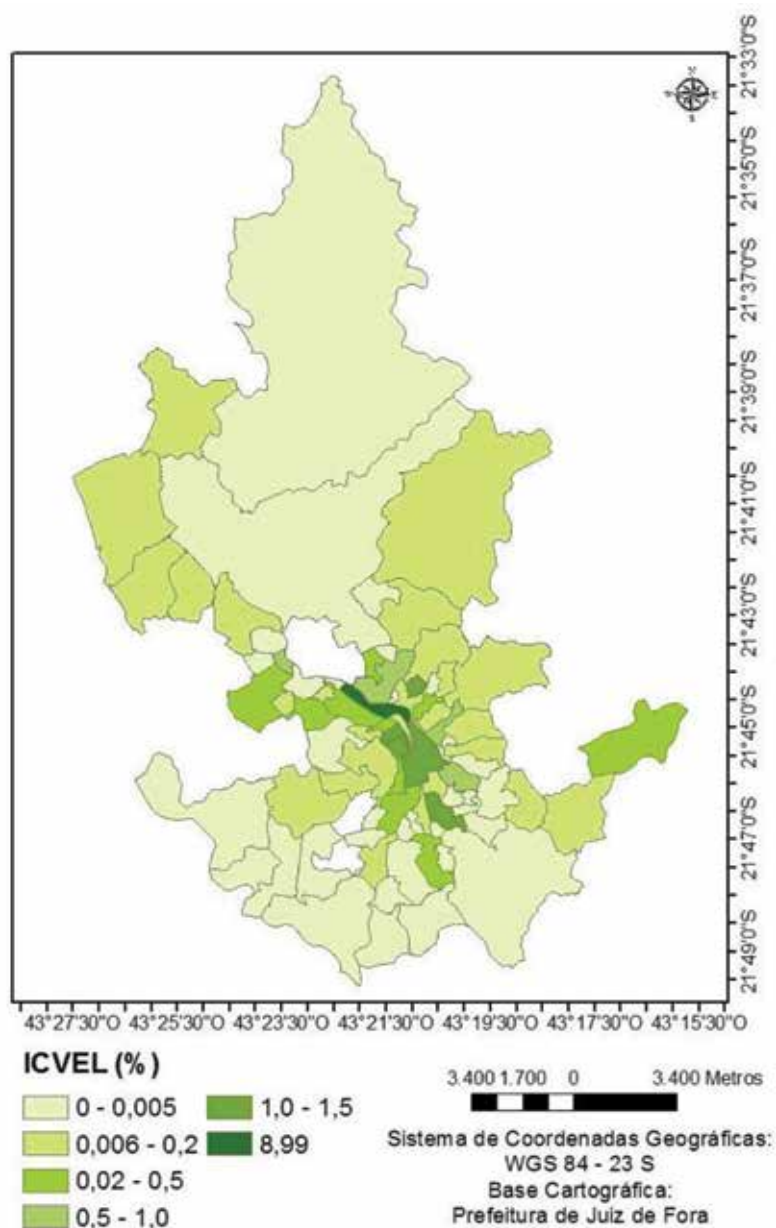
Fonte: Paula (2017, p. 160).

A importância dos espaços livres está atrelada ao fornecimento de ambientes de convivência, propícios às práticas de lazer e recreação. Representam os locais onde todas as classes sociais podem se encontrar, por ser um bem de uso público (MACHADO, 1991).

Os valores obtidos no mapa são resultado de um número pequeno de áreas destinadas às praças e, principalmente, das constituições destas com cobertura vegetal, visto que muitas encontram-se impermeabilizadas. No entanto, nota-se que os melhores índices abrangem a área central, tendo como destaque a porção atrelada ao Museu Mariano Procópio.

No que se refere à distribuição da cobertura vegetal, observa-se que há ocorrência de maiores manchas de vegetação nas porções mais periféricas, estando as áreas no sentido noroeste-sudeste, com menores incidências destas e em fragmentos pontuais. É nesse trecho, todavia, que ocorre maior adensamento humano, o que reflete diretamente nas disposições vegetativas.

Figura 5: Índice de cobertura vegetal dos espaços livres de uso público de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Paula (2017, p. 161).

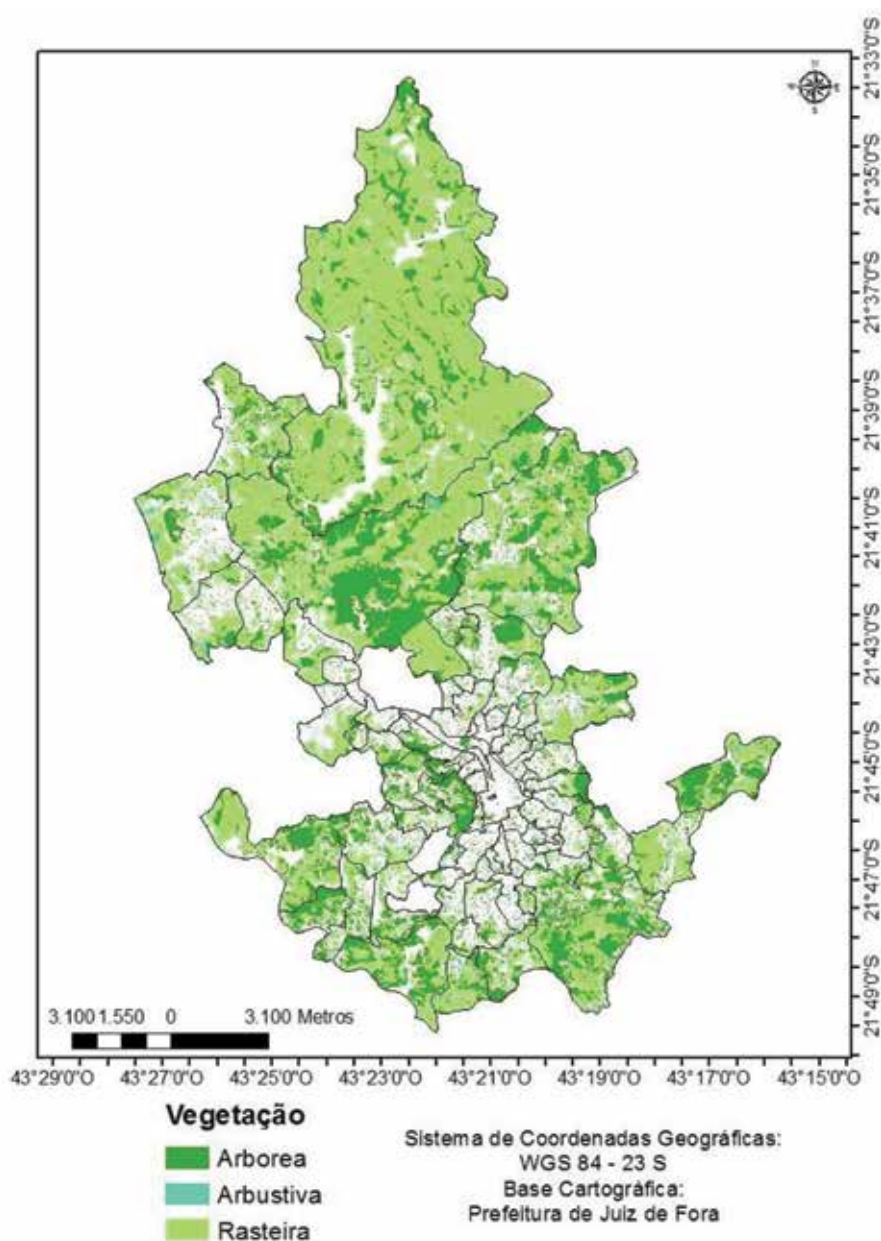
A presença de espécies rasteiras é bem mais significativa que as arbóreas e arbustivas, e constituem extensas áreas de pastagens.

Para as espécies arbóreas, visualiza-se a predominância destas no sentido sul, na porção norte relativa a área da Remonta, nordeste atrelada a Grama e central, no Morro do Imperador. Na maior parte da área, encontra-se fragmentada, disposta em reduzidos grupos, constituindo uma configuração desigual, em termos de distribuição espacial (Figura 6).

A classificação da cobertura vegetal para a integralidade das regiões urbanas que compõem Juiz de Fora, com base em Jim (1989), demonstra a predominância de fragmentos menores e mais

espaçados, no referido sentido noroeste-sudeste, refletindo a significativa impermeabilização da superfície nesses trechos, evidenciado pela maior ocorrência do tipo *Isolated*, nas variáveis *Clustered* e *Dispersed*.

Figura 6: Disposição da cobertura vegetal em Juiz de Fora (MG)

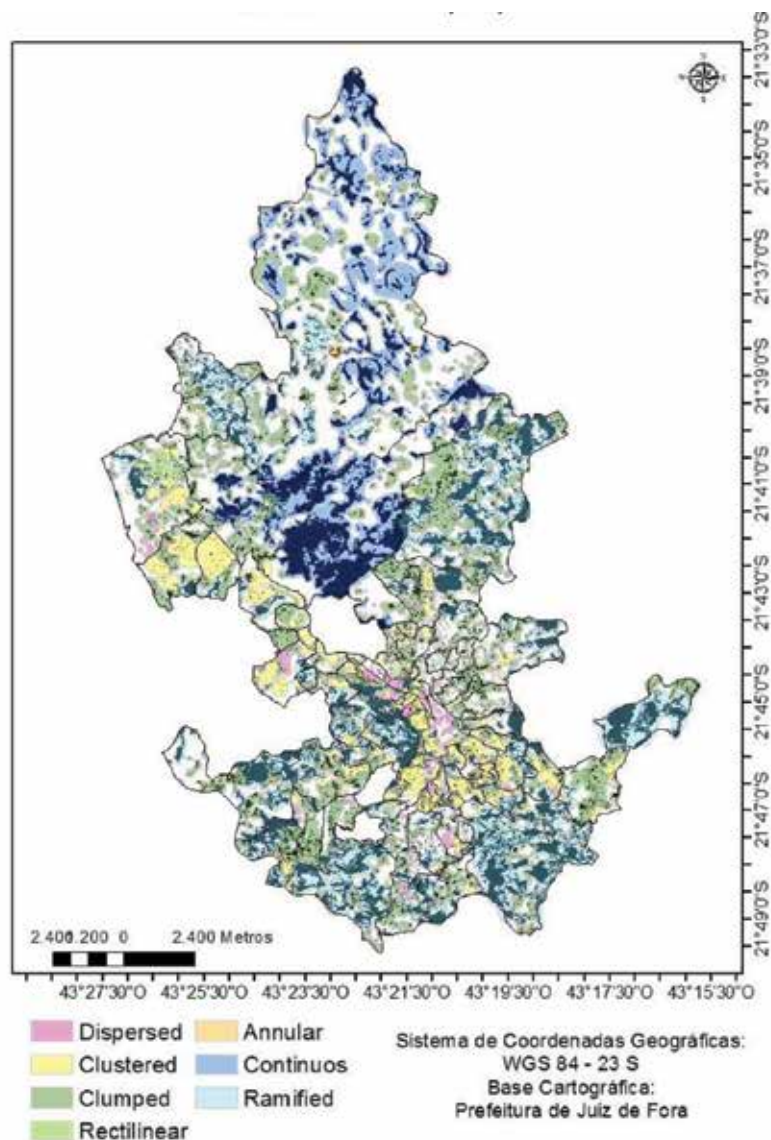


Fonte: Paula (2017, p. 165).

Na porção sul, concentram-se as tipologias *Ramified*, caracterizadas pela incidência de amplas manchas de vegetação, o que reflete os maiores índices vegetativos (ICVA) para a região. A categoria *Continuous*, caracterizada por extensas manchas de vegetação, envolvendo construções

pontuais em seu âmbito, tem ocorrência na parte norte e corresponde a área com menor densidade demográfica. De forma mais homogênea, encontra-se a distribuição do *Clumped*, atrelado a grandes unidades de vegetação arbórea dispostas em quintais e áreas mais íngremes, o que pode salientar o domínio de Mares de Morros no qual o município está inserido (Figura 7). Uma arborização bem planejada é capaz de contribuir para atenuação dos efeitos das ilhas de calor, originando ilhas de frescor.

Figura 7: Classificação da cobertura vegetal de Juiz de Fora (MG)



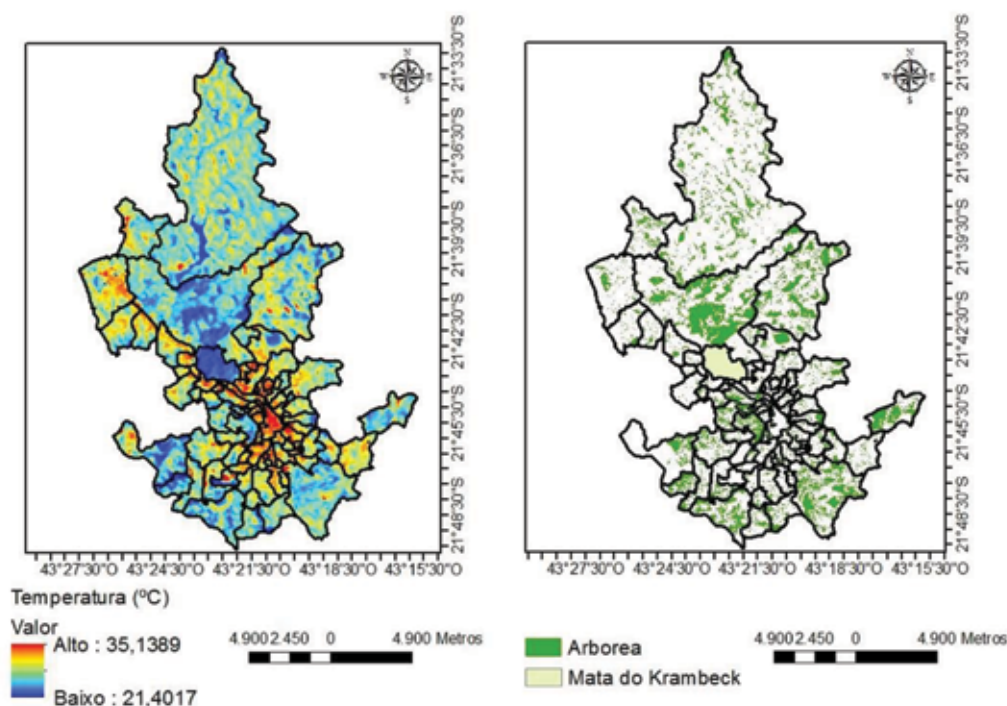
Fonte: Paula (2017, p. 167).

Nesse sentido, as árvores, gramas e concretos possuem faixa de albedo semelhante, porém as primeiras transformam a energia retida em calor latente a utilizam na fotossíntese, enquanto a última libera-o para o meio, contribuindo com maior calor. As Figuras 8 e 9 demonstram estas

influências, no qual nota-se menores valores de temperatura de superfície nas áreas abrangidas por vegetação arbórea. Nas porções onde estas ocorrem de modo mais adensado, em maior extensão, mais proeminente é esta relação.

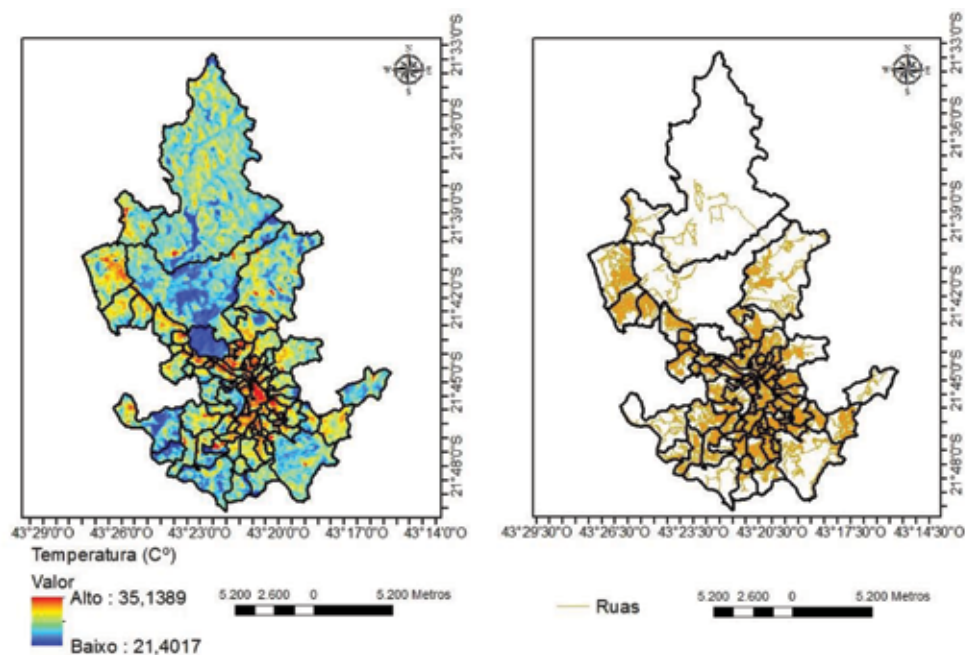
Em contraposição, a malha viária revela os locais onde ocorrem as maiores temperaturas, devido a maior capacidade calorífica, menor albedo e elevada condutibilidade térmica das estruturas urbanas. Os dados evidenciam a importância de uma arborização urbana planejada de modo que sejam estabelecidas condições que gerem bem-estar à população.

Figura 8: Temperatura de superfície e cobertura vegetal arbórea de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Paula (2017, p. 163).

Figura 9: Temperatura de superfície e malha viária de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Paula (2017, p. 163).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobertura vegetal que compõe as regiões de Juiz de Fora, em sua integralidade, demonstra-se distribuída de forma heterogênea no espaço, denotando predominância de espécies rasteiras, dispostas, principalmente, em suas áreas mais periféricas. No que se refere às tipologias arbóreas, visualiza-se maiores concentrações, mormente, no sentido Sul e área da Remonta. As constituições de fragmentos vegetativos reduzidos e espaçados no sentido noroeste-sudeste evidenciam os trechos de maior ocupação humana, refletindo tais configurações espaciais. Ocorre, dessa forma, nas regiões mais próximas ao centro, predomínio da categoria *Isolated*, definida por Jim (1989) como manchas de vegetação dominante de locais edificadas, cujas unidades vegetativas encontram-se apertadas, em pequenos nichos, envolta por uma matriz impermeável. Caracterizam-se, assim, por ausências de conectividade e pouca proximidade entre os remanescentes que abarcam.

Esses aspectos retratam os baixos índices de cobertura vegetal abrangidos pela Região Centro em detrimento das demais. Destaca-se, assim, a Região Oeste, com maiores quantitativos de verde urbano, porém aquém dos valores que se referem a tipologia arbórea.

Os baixos índices de vegetação presente nos espaços de integração urbana e livres demonstram a necessidade de maiores investimentos pelos órgãos municipais nesses locais, tanto preservando as já existentes quanto implementando novos revestimentos vegetativos, a fim de que seja assegurado o bem-estar humano.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. 2 ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALVAREZ, I. A.; SILVA FILHO, D. F.; COUTO, H. T. Z.; POLIZE, J. L. Comparação entre videografia e fotografia aérea para diagnóstico da vegetação em ambiente urbano de Piracicaba, SP. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, v. 34, n. 4, p. 691-698. 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33096/1/Alvarez.pdf>>. Acesso em 29 set. 2020.
- BARBOSA, R. Áreas Verdes e Qualidade Térmica em Ambientes Urbanos: estudos em microclimas em Maceió (AL). 2005. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. *Estudos Avançados*. São Paulo-SP, v. 20, n. 57, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ea/v20n57/a17v2057.pdf>>. Acesso em 23 ago. 2020.
- CABRAL, P. Arborização urbana: problemas e benefícios. *Revista Especialize On-line*, Goiânia-GO, n. 6, v. 1, p. 1-15, 2013. Disponível em: <<http://pensaracademico.facig.edu.br/index.php/semiariocientifico/article/view/811>>. Acesso em 23 set. 2020.
- CAVALHEIRO, F. *et al.* Proposição de terminologia para o verde urbano. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. SBAU: Ano VII, Rio de Janeiro, n. 3, 1999.
- FOUCAULT, M. *Microfísica do Poder*. Rio de Janeiro: Graal. 2009.
- JIM, C. Tree-Canopy Characteristics and Urban Development in Hong Kong. *The Geographical Review*, Lawrence: American Geographical Society, v. 79, n. 2, p. 210-255. 1989.
- JUIZ DE FORA. Lei Municipal nº 6910 de 31 de maio de 1986. Descreve o perímetro urbano do município de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000019210> Acesso em 6 Jan. 2016.
- JUIZ DE FORA. Lei Municipal nº 7619 de 13 de outubro de 1989. Descreve o perímetro urbano do município de Juiz de Fora. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/a/mg/j/juiz-de-fora/lei-ordinaria/1989/762/7619/lei-ordinaria-n-7619-1989-dispoe-sobre-a-divisao-do-perimetro-urbano-do-distrito-sede-do-municipio-de-juiz-de-fora-em-regioes-urbanas>>. Acesso em 6 Jan. 2020.

JUIZ DE FORA. Decreto Municipal nº 4219 de 1 de novembro de 1989. Descreve o perímetro urbano do município de Juiz de Fora. Disponível em: <http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br/c_norma.php?chave=0000013129> Acesso em: Janeiro de 2016.

LOMBARDO, M. A. *Ilha de Calor nas Metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo, 1985.

MACHADO, P. *Direito ambiental brasileiro*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1991.

MOTA, S. *Urbanização e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 380p.

NUCCI, J. C. *Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. 2. ed. Curitiba, 2008. 150 p.

PAULA, I. F. M. de. *Cobertura vegetal das regiões urbanas de Juiz de Fora-MG*. 187f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017.

RIZZINI, C. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, n. 1, ano XXV, p. 3-64, 1963.

SEGAWA, H. *Ao Amor do Público: jardins no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel, 1996. 255p.

SANT'ANNA NETO, J. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, v. 1, n. 1, p. 43-60, 2005.

SANTOS, A. et al. *Sensoriamento remoto no Arc Gis 10.2.2 passo a passo: processamento inicial de imagens orbitais*. Alegre, ES: CAUFES, 2014. 107p.

SHINZATO, P. *O impacto da vegetação nos microclimas urbanos*. São Paulo, SP, 2009. 173f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2009.

SOUZA, L.; ZAVATTINI, J. Dinâmica pluvial e escorregamentos na Região Noroeste da área urbana de Juiz de Fora (MG). In: GERARDI, L.; LOMBARDO, M. (orgs.): *Sociedade e Natureza na Visão da Geografia*. 2003, p. 202-217.

STAICO, J. *A Bacia do Rio Paraibuna em Minas Gerais: A natureza*. Juiz de Fora: UFJF, 1997. 246p.

CONFORTO TÉRMICO ASSOCIADO ÀS VARIÁVEIS DE REGIÕES URBANAS DA PORÇÃO SUDOESTE, NORDESTE E CENTRO DE JUIZ DE FORA-MG

DÉBORA COUTO DE ASSIS

CASSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX, o Brasil vivenciou uma acelerada transição urbana por meio do processo de industrialização, o que culminou no aumento da proporção da população em relação ao espaço físico urbano, uma vez visto que para comportar este grande contingente de pessoas, as cidades foram tomando maiores dimensões, muitas vezes sem qualquer tipo de planejamento prévio que se preocupasse com a qualidade ambiental.

Tasca (2010) afirma que Juiz de Fora só foi conhecer uma legislação sobre o uso e ocupação do solo urbano em 1986, com as leis 6908/86 que dispõe 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. Estas normatizações, ainda vigentes, objetivavam conduzir a ocupação do solo, que ocorreu de maneira desordenada e concentrada nas regiões centrais. Estas leis buscam orientar o vetor de crescimento urbano para a região norte da cidade, na tentativa de atenuar os efeitos da urbanização e concentração desorganizada.

Sant'Anna Neto (2011) destaca que desigualdades espaciais potencializam os efeitos do clima. Por mais paradoxal que possa parecer, a cidade que apresenta o domínio da tecnologia, a organização social e econômica e as formas mais profundas de domínio da natureza, apresenta também o aumento da exposição da sociedade urbana aos riscos naturais (e aos riscos tecnológicos), tornando-a mais vulnerável e menos resiliente. Nesta perspectiva, o clima urbano pode ser interpretado como uma construção social.

Diante desse contexto, o conforto térmico destaca-se como importante fator diagnóstico das condições térmicas às quais a população está exposta, uma vez que o mesmo consiste no

conjunto de elementos que permitem que mecanismos de autorregulação do organismo sejam mínimos, ou ainda que a zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifeste se sentir bem (GARCIA, 1985). O subsistema termodinâmico do clima urbano que, segundo Monteiro (1976), se expressa no canal de percepção do conforto térmico. Esse subsistema tem como fonte a radiação que interage com a superfície e atmosfera próxima a ela, têm como principais produtos a formação de ilhas de calor e problemas com a ventilação.

Assim, a relevância dos estudos de conforto térmico está relacionada não apenas com a sensação de conforto ou desconforto da população, mas também com o seu desempenho no trabalho e com sua saúde. Para evitar ou até mesmo corrigir problemas urbanos em relação ao conforto térmico deve-se tomar medidas de controle do uso da terra. Estas medidas de controle necessitam uma investigação sobre o subsistema termodinâmico do clima urbano.

No estudo que aqui se apresenta, além de melhor conhecer e individualizar as zonas de conforto e desconforto térmico no sítio urbano da cidade de Juiz de Fora, foi necessária a obtenção de dados sobre a dinâmica espacial na área urbana da cidade. Neste processo, foram usados novos métodos capazes não só de mapear, mas também de verificar padrões espaciais geradores das zonas de conforto destacadas, para assim avaliar a importância de processos envolvidos. Sendo assim, o presente trabalho tem o objetivo de identificar padrões e processos relacionados ao uso da terra, à vegetação, aos fatores climáticos e ao crescimento e adensamento urbano (enquanto contribuições para a sensação térmica), bem como para o fornecimento de subsídios ao planejamento urbano/ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração do trabalho os procedimentos foram divididos em quatro momentos, sendo estes: revisão bibliográfica, coleta e tratamento de dados em campo, produção cartográfica e análise dos resultados.

- Coleta e tratamento de dados em campos:

Inicialmente, estabeleceu-se uma parceria com o Colégio Cave, o qual adquiriu uma estação meteorológica da marca *Oregon Scientific*, modelo WMR200, que foi devidamente instalada na área externa de suas dependências. Deste modo, a escola disponibilizou os dados coletados pelo equipamento e assim estabeleceu-se o ponto de controle fixo na área de estudo. Entende-se como ponto de controle o local onde foi colocada a estação meteorológica para realização das medições em campo.

Em seguida, foram escolhidas as localidades onde os pontos de controle itinerantes seriam alocados. Para escolha destes pontos foram adotados critérios como a seleção das áreas que mais representassem a realidade de cada região urbana. Assim, o número de pontos de controle foi distribuído proporcionalmente à extensão das regiões urbanas em estudo.

Na realização da coleta nos pontos itinerantes, foram utilizadas duas estações meteorológicas portáteis modelo WNR928NX da marca Óregon. Antes de dar início às coletas de campo, todos

os equipamentos foram testados e aferidos junto à estação meteorológica automática do INMET, localizada no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Desse modo, foram iniciadas as medições das variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento em 7 pontos distintos, sendo o ponto fixo localizado no Colégio Cave. Neste, os dados foram coletados todos os dias do campo, já os demais foram pontos itinerantes, ou seja, a cada dia eram feitas coletas de dados em dois pontos distintos. As medições foram realizadas durante 10 horas, sendo iniciadas às 8 horas da manhã e encerradas às 18 horas de cada dia, o intervalo adotado entre as medições foi de 15 minutos, ou seja, de 15 em 15 minutos eram registrados os valores das variáveis.

Após coleta de dados iniciou-se a tabulação dos dados coletados em campo, para aplicação do índice de temperatura efetiva (TEv) construído por Suping *et al.* (1992). Este índice, específico para a zona tropical, pode ser verificado através da fórmula que analisa a temperatura do bulbo seco, umidade relativa e velocidade do vento, e pode ser obtido através da equação a seguir:

$$TEv = \frac{37 - (37 - T)}{[0,68 - 0,0014 \times UR + \frac{1}{(1,76 + 1,4 \times v^{0,75})}]} - 0,29 \times T (1 - \frac{UR}{100})$$

Onde:

TEv é temperatura efetiva como função do vento, temperatura do ar e umidade relativa (°C);

T é a temperatura do bulbo seco (°C);

UR é a umidade relativa (%) e

v é a velocidade do vento (m/s).

Com base na adaptação da classificação de Fanger (1972) realizada por Maia & Gonçalves (2002) para a cidade de São Paulo, adotou-se as classes de conforto no quadro 1. Estabeleceu-se uma temperatura “confortável” para o ser humano entre 22,0°C e 25,0°C. Com o resultado adquirido através da fórmula, é possível classificar a zona de conforto encontrada através das classes estabelecidas por Fanger (1972) adaptadas por Maia & Gonçalves (2002).

Os cálculos foram via *Excel*, para o período da manhã e da tarde. Para isto foram calculadas as médias para dois momentos do dia, o período da manhã inicia-se às 8h00min e encerra 13h00min, o intervalo era de 13h15min. às 18h00min. O cálculo do índice de temperatura efetiva foi realizado para cada dia de medição. Com os dados e índices tabulados, foram confeccionados gráficos comparativos dos pontos de controle, o que orientou a elaboração do material cartográfico.

Quadro 1: Zonas de conforto térmico e respectivas respostas fisiológicas estabelecidas por Fanger (1972) e adaptadas por Maia & Gonçalves (2002)

TEv (° C)	Sensação Térmica (Tipo de Tempo)	Grau de estresse fisiológico
<13	Muito Frio	Extremo estresse ao frio
13-16	Frio	Tiritar/Tremer
16-19	Frio Moderado	Ligeiro resfriamento do corpo
19-22	Ligeiramente Frio	Vasoconstrição
22-25	Confortável	Neutralidade térmica
25-28	Ligeiramente Quente	Ligeiro suor, vasodilatação.
28-31	Quente Moderado	Suando
31-34	Quente	Suor em Profusão
>34	Muito Quente	Falha na termorregulação

Fonte: (FANGER, 1972 adaptadas por MAIA & GONÇALVES. 2002).

PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA

Findada a etapa anterior fez-se a aquisição e tratamento dos dados do meio físico e socioeconômico, mapeando os padrões mutáveis de uso e cobertura do solo, que consistem nas características que podem ser modificadas com decorrer do tempo, como vegetação, cursos d'água, albedo, emissividade e sombreamento. Além destes, também foram levantados os aspectos do relevo, como altitude e orientação de vertentes da área de estudo.

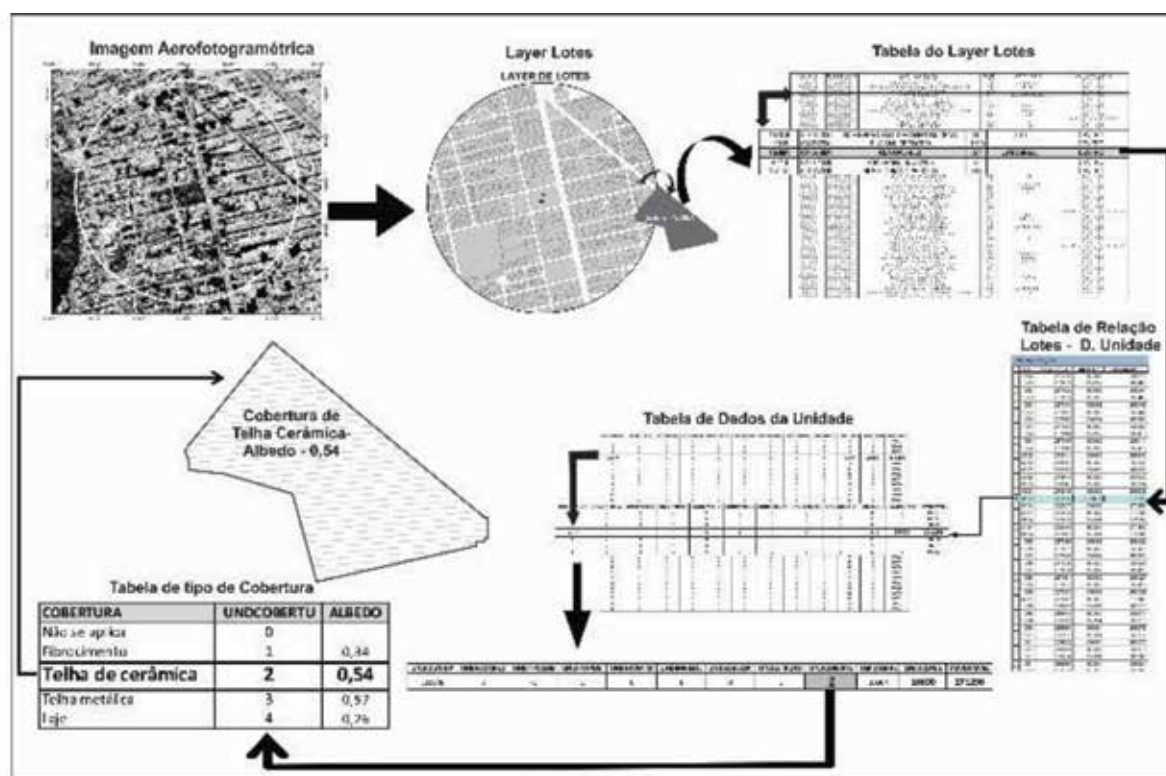
O procedimento de construção do Mapa de “Altimetria de Juiz de Fora”, consistiu na adição da camada de curvas de nível, com equidistância de 5 metros no ambiente Arcmap. Em seguida, utilizou-se a ferramenta “*TIN Create*”, do pacote de ferramentas “*3D Analyst*”, o que gerou o modelo de altimetria através de modelagem por rede de triângulos irregulares.

O mapa de orientação das vertentes também foi gerado a partir das curvas de nível utilizadas anteriormente, mas para isso foi necessário converter a camada no formato “Shapefile” para “Raster”. Com a informação das curvas de nível no raster foi possível executar a ferramenta “*Aspect*” do conjunto “*Surface*”.

Os mapas de uso das unidades, albedo e emissividade utilizam a mesma forma de dados, caracterizadas pela camada de lotes e tabelas com informações da unidade. Para isto a camada de lotes é ligada às tabelas adicionadas no ambiente Arcmap, através da ferramenta “*joins and relates*”, para ligar a informação da unidade contida na tabela a cada feição de lote ou feição natural. No mapa de uso da unidade destacou-se o campo da tabela que revela qual era o uso de cada unidade, sendo estas classificadas como: “Residencial”, “Religioso”, “Comercial”, “Serviço”, “Industrial”, “Institucional”, “Governamental” ou “Garagem”, sendo que os lotes não enquadrados nessas classes ou não verificados foram rotulados como “Não se aplica”.

Para os mapas de Albedo e Emissividade fez-se o mesmo procedimento, porém utilizou-se dos dados do campo da tabela relacionado à cobertura da unidade, ou seja, de que tipo material é constituída a cobertura do imóvel dentro de cada lote, ressaltando que se considera que o lote seja completamente coberto por aquele material sendo que na realidade isto nem sempre ocorre e, por isto, a área visualizada como cobertura poderá ser superestimada em alguns casos. Os tipos de cobertura foram classificados como: “Fibrocimento”, “Telha Cerâmica”, “Telha metálica” e “Laje”, e nos imóveis onde não se cadastrou esta informação ou o tipo de cobertura não se enquadra nessas classes foram rotulados como “Não se aplica”. A partir desta classificação foi feita uma correlação com os valores do Albedo e Emissividade de cada tipo de material de acordo com os valores relacionados no Quadro 2, a seguir. O procedimento executado pode ser ilustrado pela Figura 1, a seguir.

Figura 1: Procedimento para elaboração do mapa de albedo e Emissividade



Fonte: Ferreira & Assis (2014, p. 211).

Para elaboração dos gráficos de sombreamento foi necessário verificar o número de pavimentos que possui o imóvel localizado em cada lote. Para fazê-lo foi utilizada a ferramenta “Street View” do “Google Earth”, através da qual se visualizou o número de pavimentos das unidades; dado este que foi adicionado à tabela de atributos da camada de lotes.

Quadro 2: Temperaturas superficiais que os materiais de cobertura poderão atingir, de acordo com sua emissividade e albedo

Material	Albedo Envelhecido (a)	Emissividade do material (e)	Temperatura Superficial (°C)	Diferença de temperatura entre o ar e o material (°C)
Cerâmica Vermelha	0.53	0.9	36.8	-0.1
Fibrocimento	0.34	0.9	47.1	10.3
Aço Galvanizado sem pintura	0.57	0.25	57.9	21.1
Cimento cinza escuro	0.26	0.26	50.8	14
Vegetação	0.2	0.97	-	-
Corpos hídricos	0.29	0.96	-	-
Asfalto	0.05	0.93	-	-

Fonte: Adaptado de Ferreira & Prado (2003) e Gartland (2010).

Destaca-se que em algumas situações havia mais de uma edificação em um lote, nestes casos adotou-se o número de pavimentos que tinham maior representatividade dentro da unidade. Outra ressalva é que não se considerou andares de estacionamento e terraços, já que estes se apresentam com configurações diferenciadas, pois na maior parte das ocorrências não possuem paredes nas suas laterais ou são subterrâneos.

Finalmente, para elaboração dos mapas finais de Temperatura, Umidade, Velocidade dos Ventos e Índice de Temperatura Efetiva de cada dia de coleta para os períodos da Manhã e Tarde, foi adicionada a camada dos pontos de controle no ambiente *Arcmap*, à qual, posteriormente foram acrescentados quatro campos na tabela de atributos, denominados temperatura manhã (Temp_1), temperatura tarde (Temp_2), TEv manhã (TEv_1) e TEv tarde (TEv_2), logo foram acrescidos os valores das médias e dos índices anteriormente calculados para cada período do dia.

Em seguida, foram realizadas as interpolações dos dados de cada um destes novos campos gerados através da ferramenta “*Interpolation*”, dentro do “*Spatial Analyst*”, para cada dia de coleta, por meio do método inverso do quadrado da distância (IDW). Este método de interpolação é uma ferramenta de análise espacial, a qual considera que cada amostra de ponto tem uma influência local que diminui com a distância. Este admite que os pontos mais próximos para o processamento da célula, influem mais fortemente que aqueles mais afastados. O uso do interpolador IDW é recomendado quando a variável a ser mapeada diminui com a distância na localização amostrada Wei & Mcguinness (1973). Feita a interpolação foi criado um arquivo “*raster*” para cada campo interpolado, gerando os mapas separadamente.

Além dos mapas gerados também foi feito um modelo de sombreamento para cada ponto de controle. No ambiente *Arcmap* foram recortadas da camada de lotes, as unidades que ficavam no entorno dos pontos de controle; em seguida foram destacadas as informações de altura das edificações de cada lote, além da altitude dos mesmos. Posteriormente, as camadas recortadas foram exportadas para o formato “*dwg*” e importadas para o software de modelagem tridimensional “*Google SketchUp Pro 2015*”, neste ambiente todas as linhas foram unidas. Foram projetadas verticalmente de acordo com o número de pavimentos de cada edificação, para cálculo da altura aproximada de cada edificação foram adotados os gabaritos: para cada pavimento do edifício atribuiu-se 3 metros de pé-direito e para cada loja com sobreloja, 5 metros de pé direito, desconsiderando

espessura de lajes e paredes. Posteriormente foram inseridos os dados de latitude e longitude de Juiz de Fora e, com a ferramenta de projeção de sombras, foi possível simular um estudo solar para análise das sombras.

Findada a elaboração dos mapas e modelos foi possível analisar as zonas de conforto térmico evidenciando a influência no tipo de uso e ocupação do solo na resposta climática, equacionando os ambientes desfavoráveis à ocupação humana, sejam eles muito úmidos e quentes, quentes e secos, frios e úmidos, enfim, relações entre a temperatura e umidade que resultam em um desconforto higrotérmico. E, finalmente, através de todo o material elaborado foi executado o detalhamento, mapeamento e conclusão das informações adquiridas.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

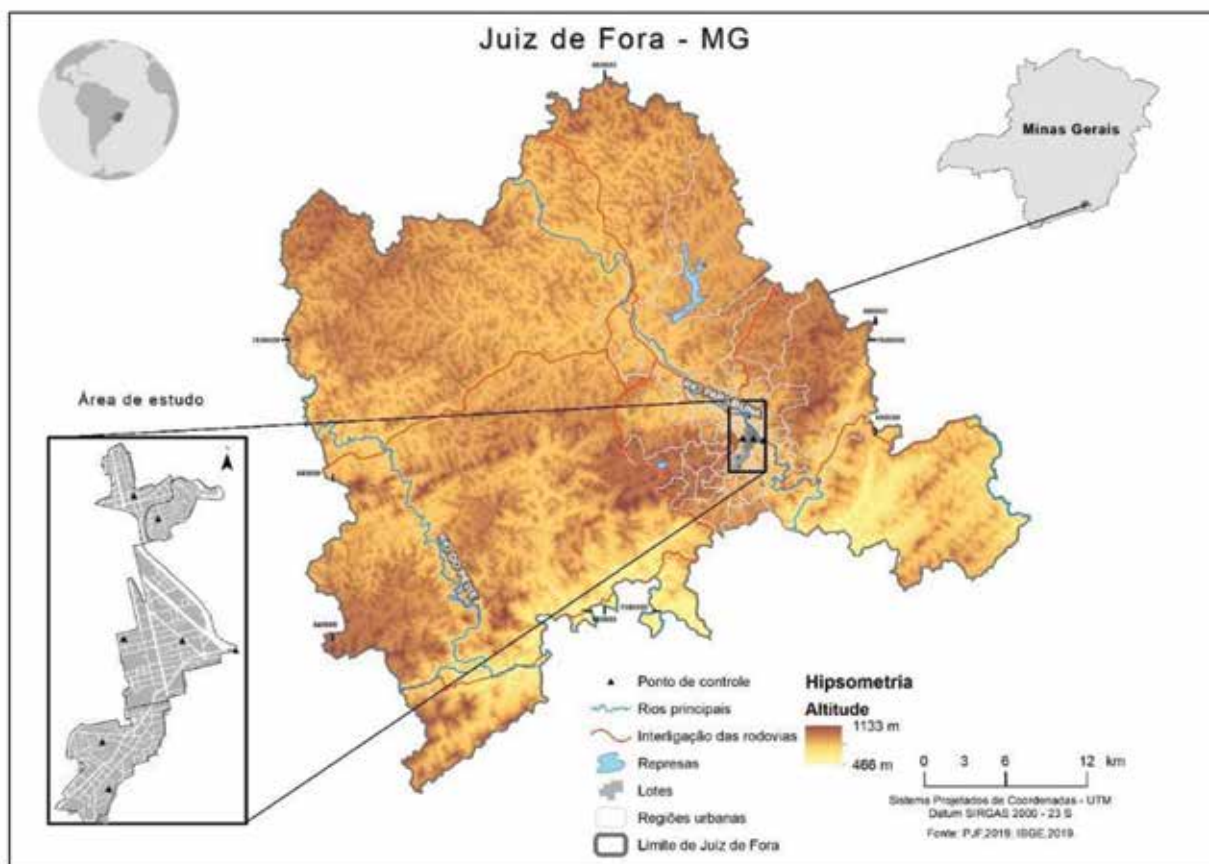
Juiz de Fora está localizada na Zona da Mata mineira a 936,9 metros de altitude e inserida na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Figura 2). O município possui extensão territorial de 1435,7 km², com total de 516 mil habitantes, sendo que 98% é considerada urbana (IBGE, 2010). A localidade possui relevância regional devido à função de prestadora de serviços para os municípios das proximidades, além de sua localização estratégica no eixo entre as capitais Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

Sobre os aspectos físicos, Juiz de Fora integra os domínios de mares de morros definidos por Ab'Saber (2003), composto por formas mamelonares recobertos por florestas estacionais semidecíduais intercaladas com áreas antropizadas.

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”.

A época das chuvas concentra 83,9% das precipitações, enquanto a estação seca, 16,1%. Conforme Brito (2013), 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).

Figura 2: Localização da área de estudo



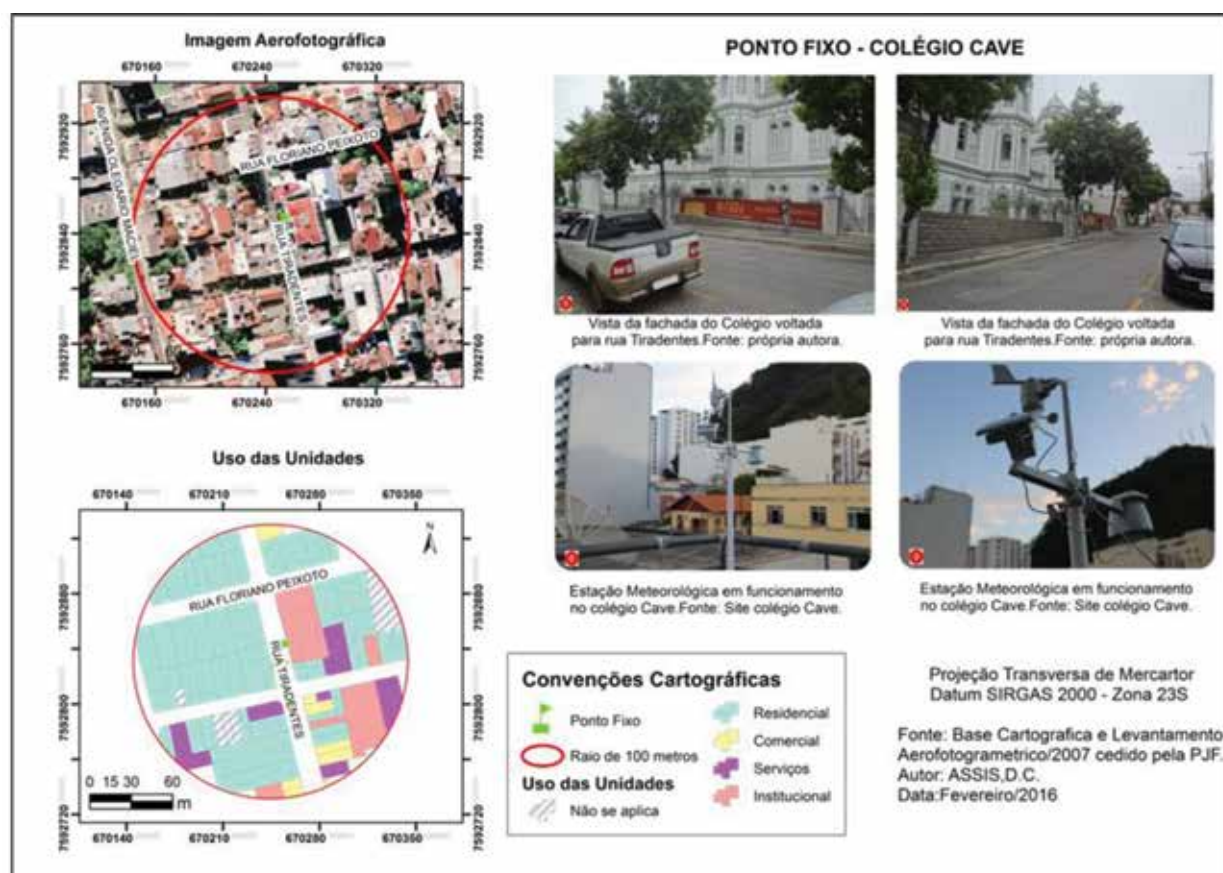
Fonte: Elaborado pelas autoras.

O termo “região urbana” foi concebido em 1989, através do Decreto do Executivo 04195/1989 no qual foram criadas 81 Regiões Urbanas (RU’s) caracterizadas por unidades menores e mais coesas quanto às suas características, do que as unidades territoriais (UT’s), que são as menores unidades territoriais definidas nesta norma. Nesta pesquisa foram investigadas 4 destas regiões urbanas, escolhidas a partir de sua localização e perfil de urbanização. Como pode ser observado nas Figuras 3, 4, 5 e 6 todas as regiões de trabalho fazem limite com região urbana Centro, a qual também está incluída no estudo, e as demais regiões são: Manoel Honório, Nossa Senhora Aparecida e São Mateus.

O ponto fixo foi identificado como ponto “0”, localiza-se na região urbana centro (Figura 3), mais precisamente na Rua Tiradentes, nº567, a 709 metros de altitude, com uma vegetação arbórea espaçada à margem das vias de circulação.

O raio de 100 metros do ponto fixo caracteriza-se por um uso residencial, concentrando 66,0% de suas unidades neste tipo de uso. Em categorias secundárias destaca-se o uso comercial, serviços e institucional, somando 9,0%, 9,0% e 8,0% respectivamente, sendo que a faixa leste concentra estas categorias, provavelmente justificado pela maior proximidade com a região central.

Figura 3: Caracterização do Ponto Fixo

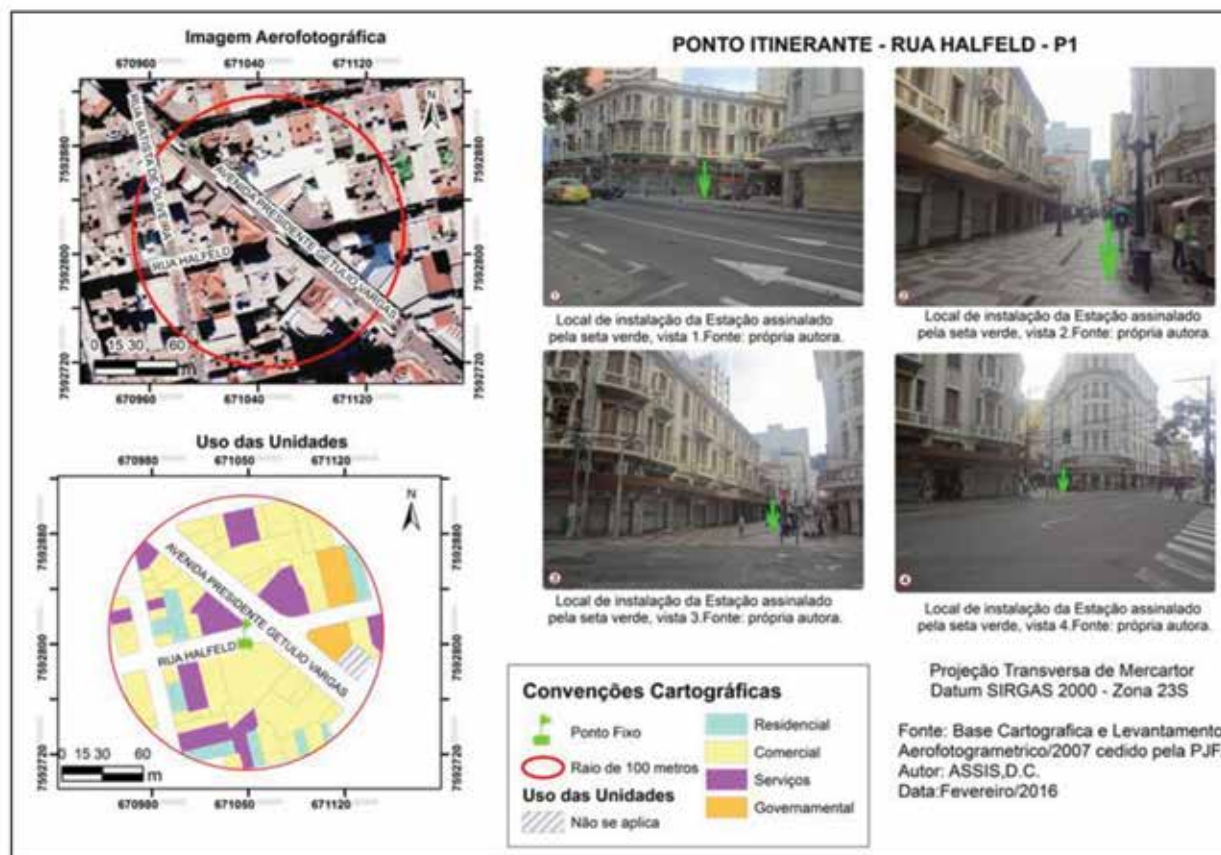


Fonte: Assis (2016, p. 95).

O primeiro ponto itinerante, “Ponto 1”, foi instalado na antes conhecida Rua Califórnia, atualmente Rua Halfeld, que se caracteriza por estar situada em um local completamente impermeabilizado, edificado e com grande fluxo de pessoas e veículos automotores, sendo que no trecho entre a Av. Rio Branco e Av. Getúlio Vargas se encontra o calçadão no qual não é permitido o tráfego de veículos, sendo transitada apenas por pedestres. Este ponto de controle foi alocado mais precisamente no cruzamento entre o calçadão da Rua Halfeld e a Av. Getúlio Vargas, a 677 metros de altitude.

Com relação ao uso das unidades nas proximidades do ponto, têm-se uma concentração de uso comercial, totalizando 63,0% das unidades num raio de 100 metros a partir do ponto de controle alocado, em seguida observa-se 18,0% de uso em serviços, 13,0% residencial, 3,0% Governamental e 2,0% não se aplica em nenhuma das categorias cadastradas. A espacialização destes dados pode ser observada na Figura 4, a qual apresenta a caracterização da área de estudo através de mapas e algumas fotos.

Figura 4: Caracterização do Ponto de Controle Itinerante 1



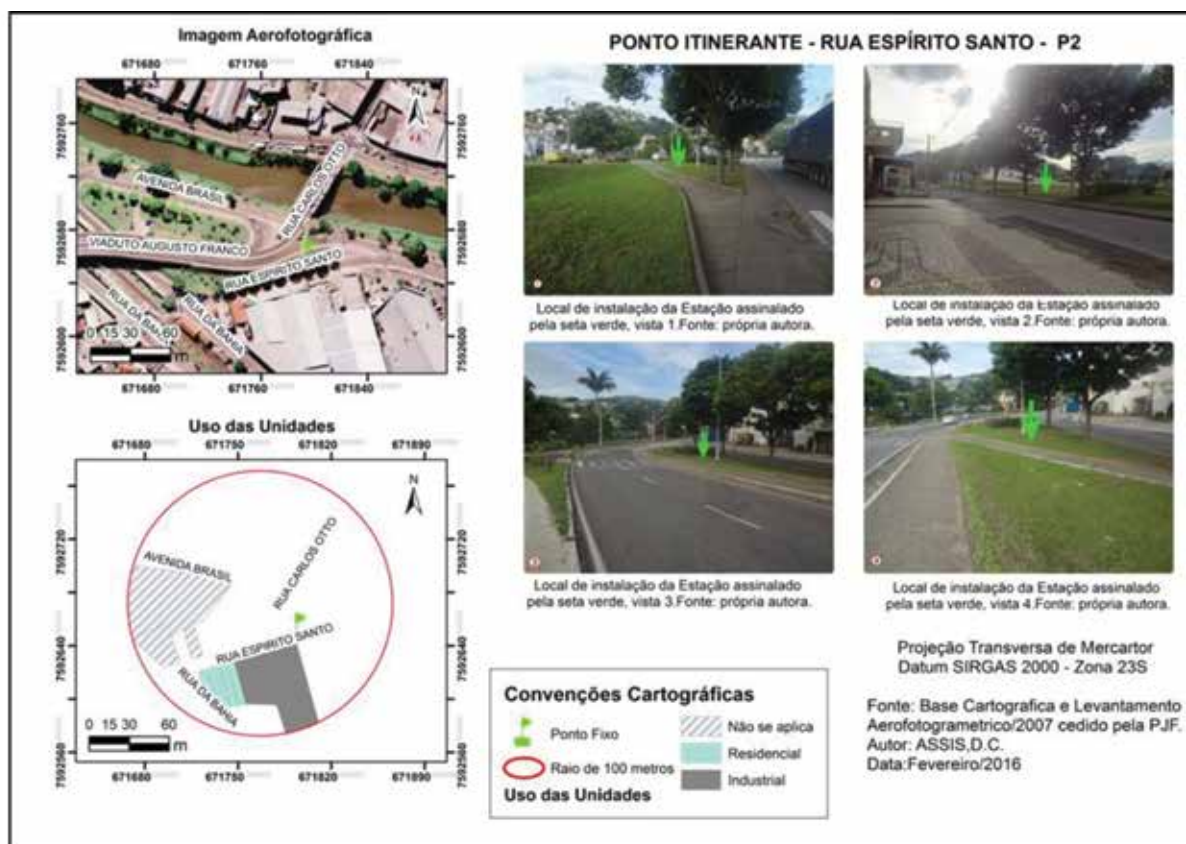
Fonte: Assis (2016, p. 96).

O ponto de controle itinerante 2, realizou coleta simultânea de dados com o ponto 1, no dia 11 de agosto de 2015. Encontrava-se na faixa sudeste da área de estudo, também a 677 metros de altitude, entre a Av. Brasil e a Rua Espírito Santo a apenas alguns metros da calha do Rio Paraibuna à margem direita do rio, possuindo alguns exemplares de vegetação arbórea, existindo também uma grande circulação de veículos, inclusive veículos pesados.

A área que circundava o ponto, considerando apenas a margem direita do rio, não possui muitas residências, nem mesmo unidades de natureza comercial ou serviços, além da indústria Gráfica Esdeva e a antiga sede do jornal Tribuna de Minas, totalizando apenas 8 unidades, sendo 4 destas de uso residencial. A caracterização da área pode ser visualizada na Figura 5.

O segundo dia de coleta de dados considerado ocorreu no dia 19 de agosto de 2015, neste foram coletados dados nos pontos de controle 4 e 5. O ponto 3 (Figura 6) foi alocado a 682 metros de altitude, na região urbana do Manoel Honório, mais precisamente na Av. Américo Lobo em frente ao edifício de nº 1107.

Figura 5: Caracterização do Ponto controle itinerante 2

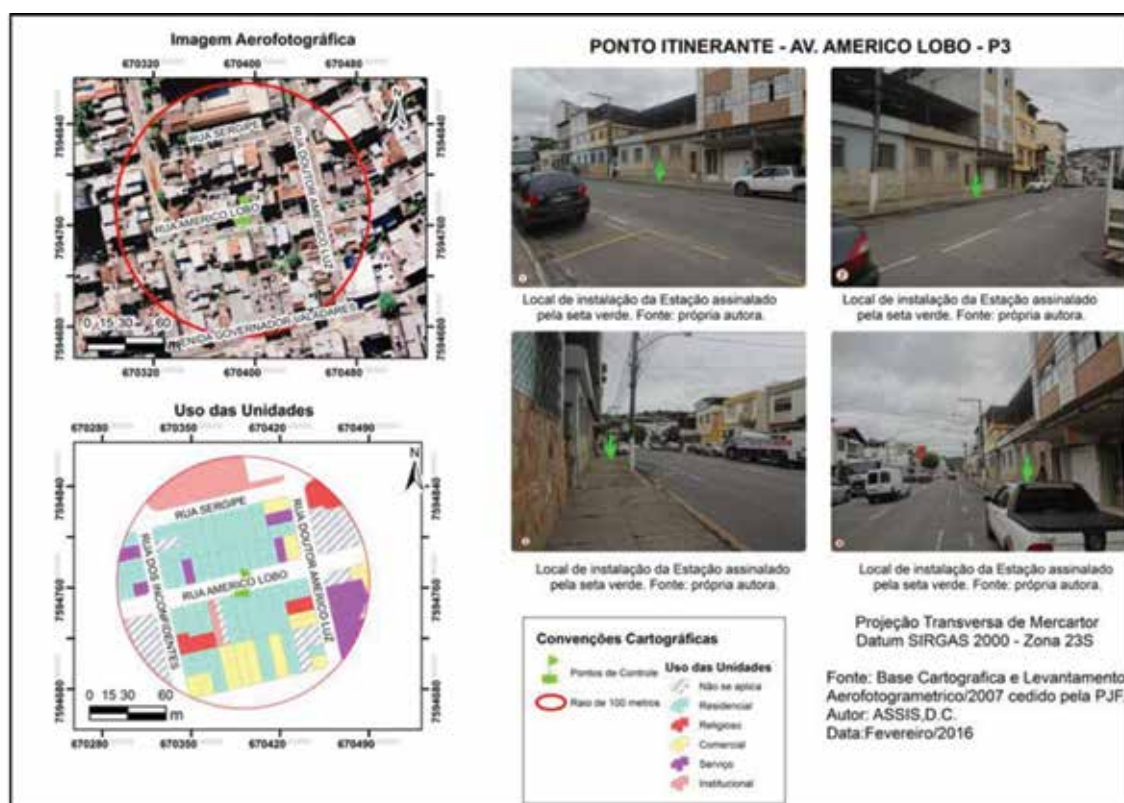


Fonte: Assis (2016, p. 97).

Este 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. É possível destacar na Figura 6, o raio de 100 metros do ponto de controle possui 24,0% de suas unidades de uso comercial e de serviços, intercalada com 46,0% de residências. 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.

A coleta do ponto seguinte, assim como a do ponto anterior no dia 19 de agosto, foi alocada a 724 metros de altitude, na região urbana de Nossa Senhora Aparecida, representante mais próxima da zona leste da cidade. Este ponto pertence a uma região de exemplares de edificações mais simples e até mesmo mais precárias, com uma população com menor poder aquisitivo. Com um caráter essencialmente residencial, a área próxima ao ponto concentra 78,0% de unidades de uso residencial, como pode ser observado na Figura 7. O ponto de controle localizou-se mais precisamente 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 já apresentadas, o que demonstra um perfil mais bairrista da RU.

Figura 6: Caracterização do Ponto de controle Itinerante 3

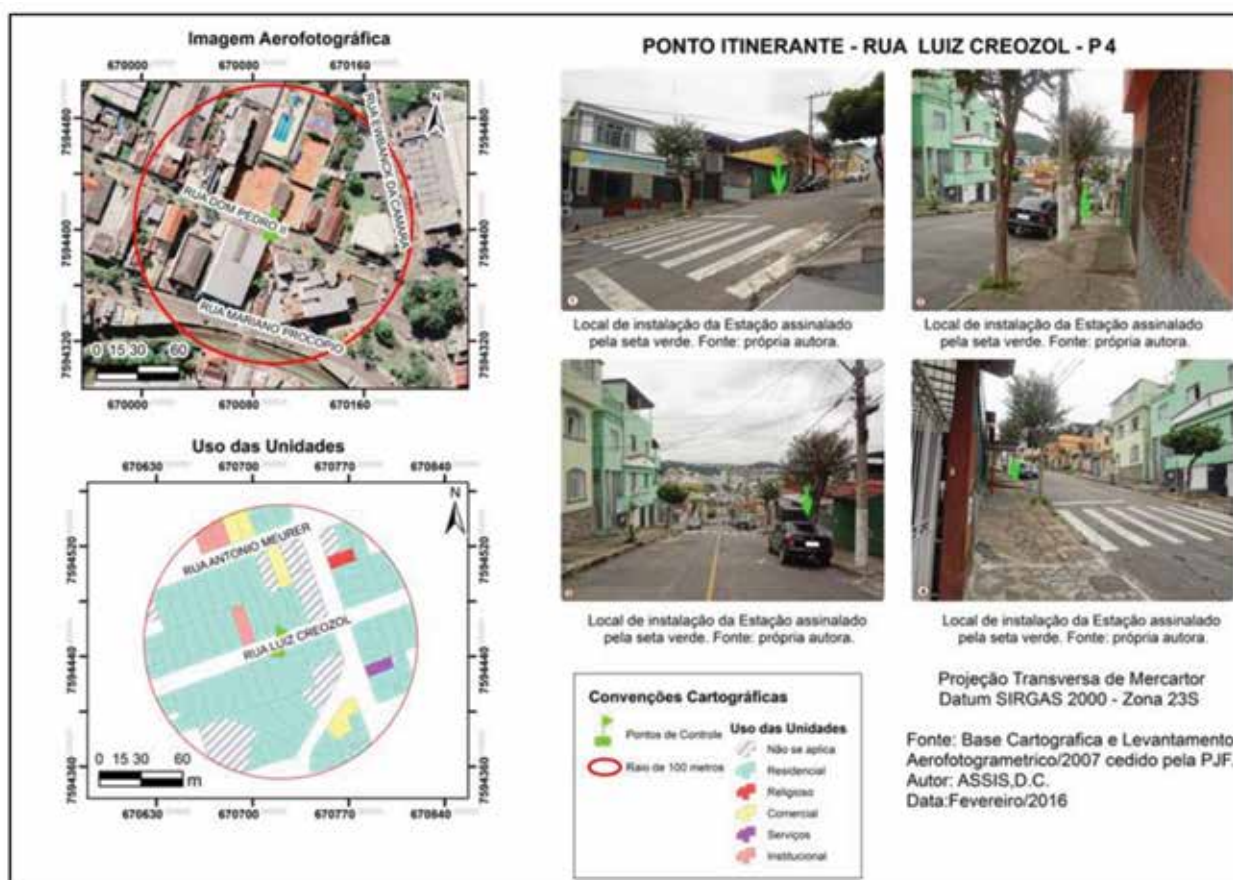


Fonte: Assis (2016, p. 107).

No dia 20 de agosto de 2015 os dados dos pontos 5 e 6 foram levantados na RU São Mateus. Pelo fato da mesma ser a segunda maior área e apresentar áreas com elementos distintos, buscou-se alocar os pontos que contemplassem essas diferenças. Os pontos citados podem ser ilustrados nas Figuras 8 e 9.

O ponto 5 foi colocado a 710 metros de altitude, na Rua Monsenhor Gustavo Freire, em frente ao número 401. Esta rua apresenta-se como um importante caminho de interligação entre diferentes bairros, principalmente a região que abriga o campus da Universidade Federal de Juiz de Fora, o qual atrai um grande volume de pessoas. Desta forma, a via apresenta um fluxo de veículos intenso durante todo o período do dia. Em contrapartida, a área ao redor do ponto possui um caráter residencial com 90,0% das unidades com este tipo de uso, demonstrando assim que nesta localidade não existe um potencial atrativo para a população já que conta com apenas duas unidades comerciais e uma de serviços.

Figura 7: Caracterização do Ponto de controle Itinerante 4

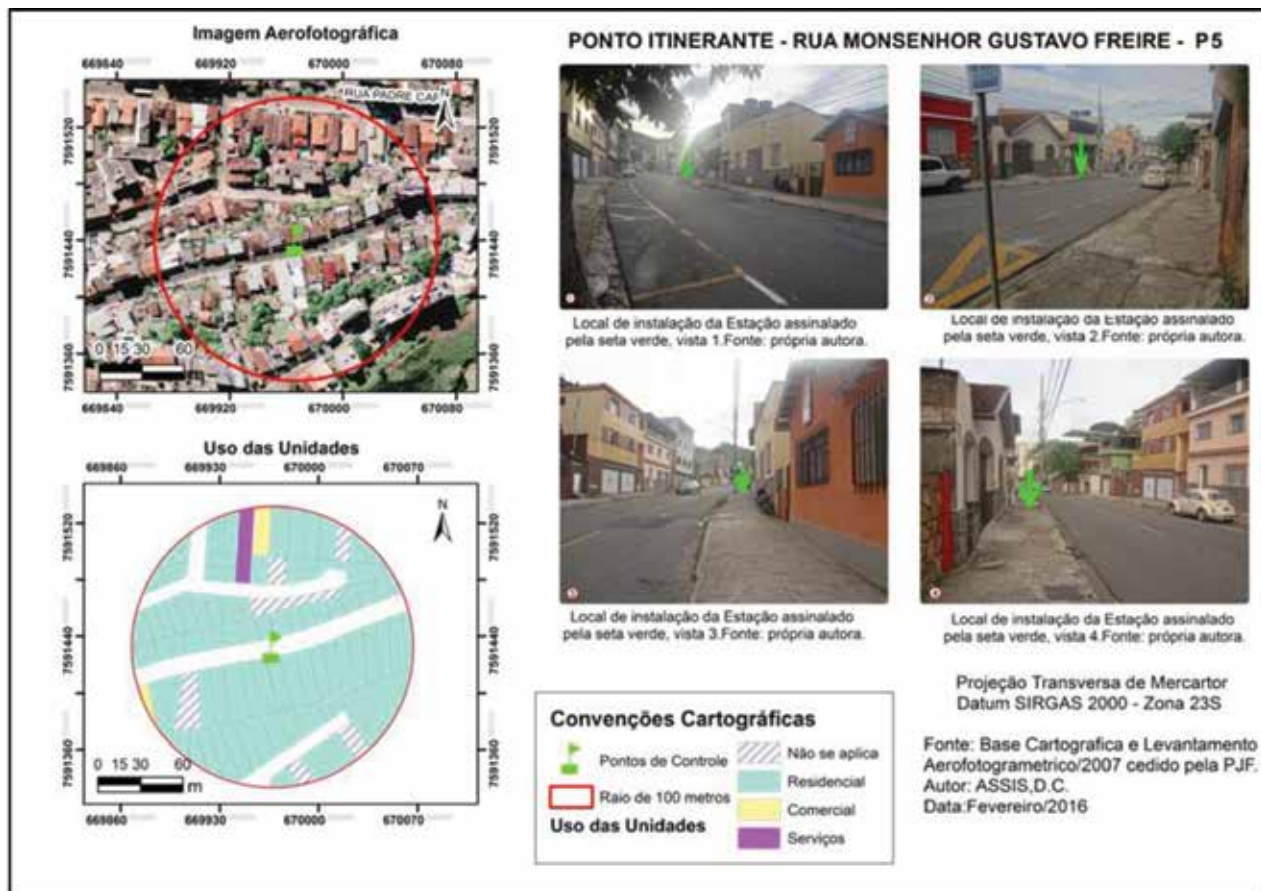


Fonte: Assis (2016, p. 108).

Já o ponto 6, fixou-se na Rua Guaçuí, a 747 metros de altitude, em frente a casa de nº 466. Esta rua possui baixíssimo fluxo de pessoas e de automóveis. A área nas proximidades do ponto trata-se de algumas edificações novas ou em processo de construção, lotes vagos, além de alguns exemplares mais antigos. O raio de 100 metros do ponto possui cerca de 70,0% de unidades de uso residencial e quase 30,0% de não cadastradas ou não se aplicam às classes estabelecidas.

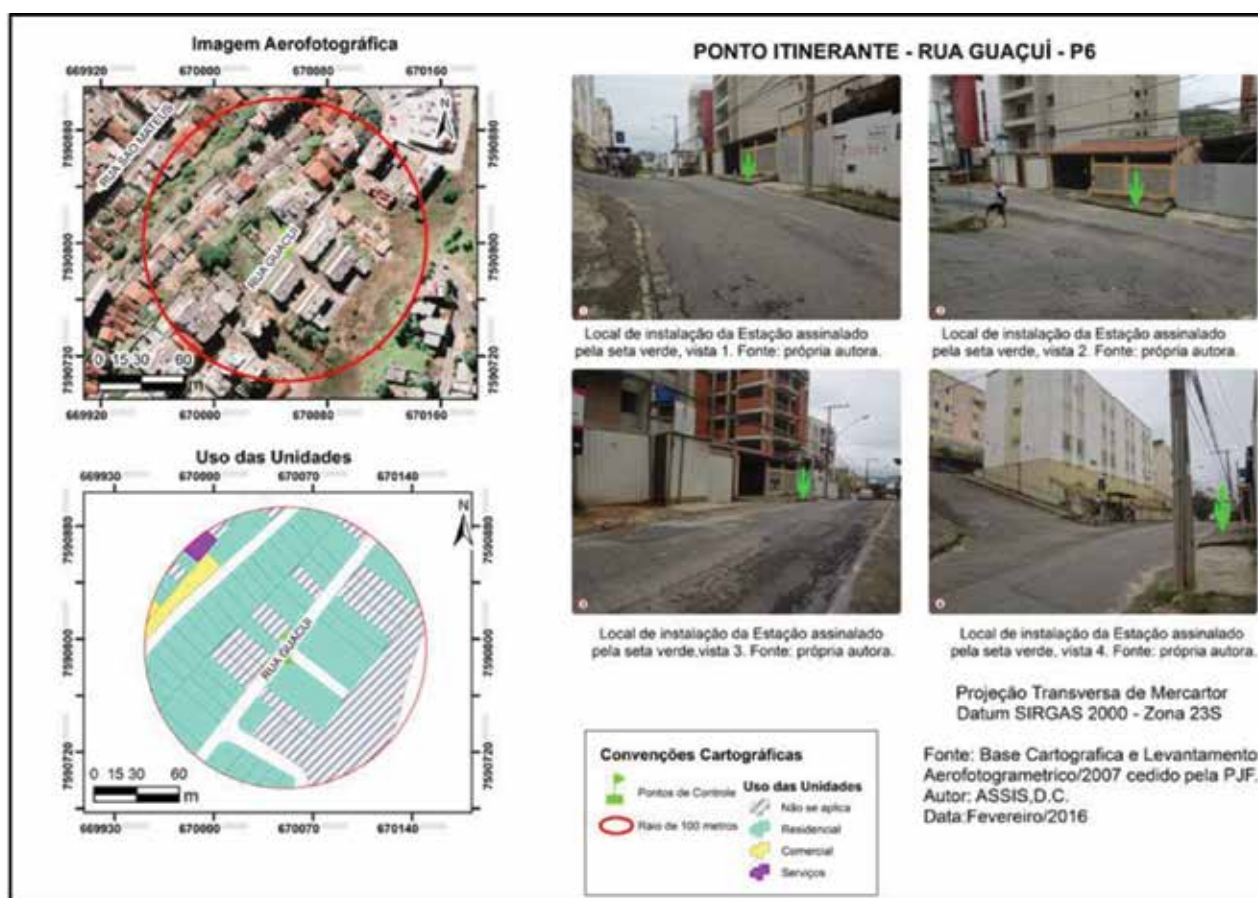
As coletas de dados em campo ocorreram entre os dias 11 e 19 de agosto de 2015. As análises foram realizadas a partir da leitura das cartas sinóticas e dos dados meteorológicos concedidos pela estação meteorológica do INMET de Juiz de Fora. Desta forma, o período de trabalho pode ser caracterizado pela ação predominante da Massa Tropical Atlântica, com pressão atmosférica variando de 918,67 hPa a 911,21 hPa sendo que a temperatura máxima registrada em Juiz de Fora neste período foi de 25,6°C no dia 19 de agosto e a mínima de 12,4°C do dia 14, com a umidade relativa média que variando de 65,0% no dia 16 e 82,0% no dia 14.

Figura 8: Caracterização do Ponto de controle Itinerante 5



Fonte: Assis (2016, p. 109).

Figura 9: Caracterização do Ponto de controle Itinerante 6



Fonte: Assis (2016, p. 110).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado das análises dos parâmetros urbanos e de relevo, têm-se o destaque para os pontos de controle 1,2 e 3 nas áreas de menor altitude, variando entre 677 a 682 metros. Já os com maior altitude, pontos 0, 4, 5 e 6, sendo o maior no ponto 6 na RU São Mateus, com 747 e o menor com 709 no ponto fixo (0). Apesar da variação verificada é possível dizer que a mesma exerce poucas implicações aos componentes térmicos, visto que essa amplitude não chega a 100 metros.

Ainda observando o relevo, sobre a orientação das vertentes, é possível verificar na figura 10 que os pontos estão alocados em vertentes orientadas majoritariamente no quadrante N-NE e N-NW, com exceção do ponto 3 que localiza-se em uma porção mais representativa de orientação S-SE, o que pode implicar em variações térmicas, uma vez que os terrenos são voltados para o norte (no hemisfério Sul), sendo mais ensolarados e, portanto menos úmidos, pois interceptam mais energia do que os voltados para o sul (no hemisfério sul), os quais são mais sombreados e, portanto mais úmidos (ARMANI, 2009).

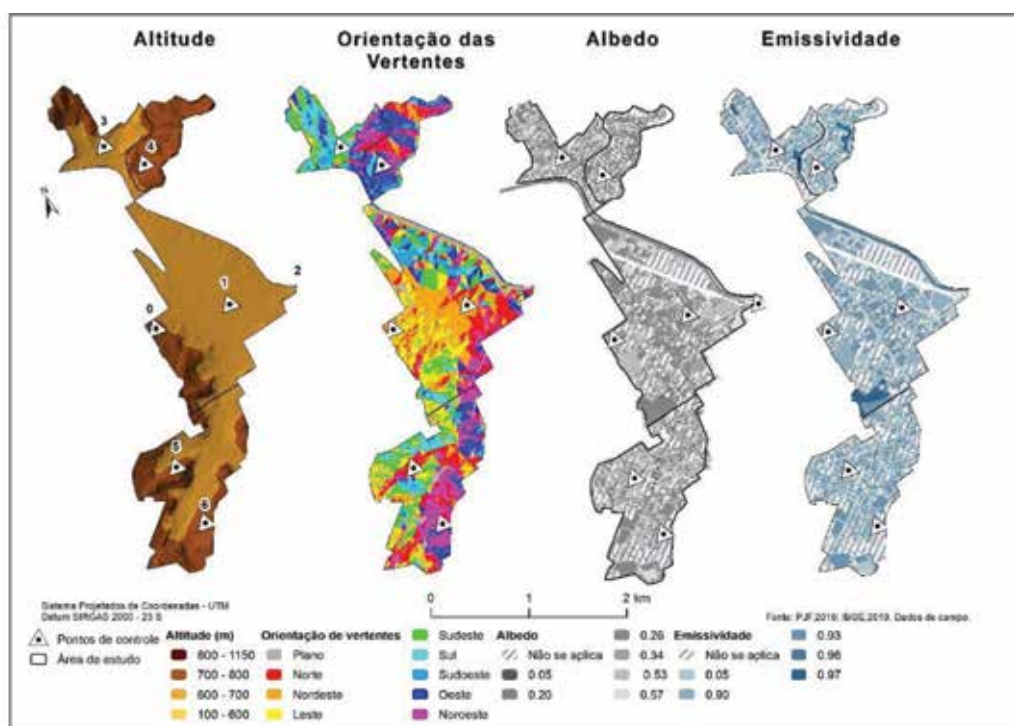
Sobre a distribuição de Albedo e Emissividade, assim como os materiais urbanos, a água também possui seus valores de albedo e emissividade que são de 0,29 e 0,96, respectivamente. Os tipos de materiais que constituem as coberturas das edificações possuem um valor de albedo, devido às cores dos mesmos, além da emissividade que está associada às propriedades térmicas dos materiais que constituem cada tipo de cobertura, sendo que quanto menor o valor desta, maior é a capacidade emissiva do material.

A telha metálica possui uma emissividade de 0,05, com uma altíssima potencialidade de emissão de radiação, assim destaca-se a RU Nossa Senhora Aparecida, visto que esta possui muitas unidades de autoconstrução de baixa renda com este tipo cobertura. Apesar desta RU ter um caráter residencial, exibe um grande potencial de aquecimento e, pelo fato da população da RU ser em sua maioria de baixo poder aquisitivo, estas possuem menor capacidade de investimento no arrefecimento das condições climáticas.

Segundo Gartland (2010), telhas metálicas podem chegar a uma temperatura de até 57,9° C sob o sol, com um albedo de 0,57 e estas, mesmo apresentando um albedo mais alto, alcançam uma temperatura elevada em função da baixa emissividade.

Para tornar mais clara a ação das sombras nos pontos de controle, alguns modelos gráficos foram criados para que simulasse o processo de sombreamento durante o dia em cada um dos pontos, onde os dados meteorológicos foram coletados.

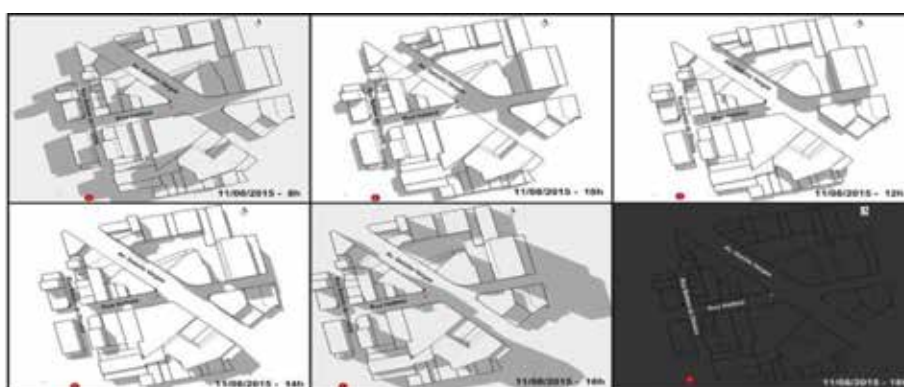
Figura 10: Altimetria, Orientação das vertentes, Albedo e Emissividade nas regiões urbanas estudadas



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na Figura 11 é possível observar o primeiro ponto de controle realizado, que se encontra em um importante cruzamento da cidade, entre a Rua Halfeld e Av. Getúlio Vargas. Este local é cercado por inúmeras edificações que sombreiam o equipamento instalado praticamente durante todo o dia. Apenas no segundo e no terceiro momento ilustrado verifica-se que o ponto recebe radiação solar direta, assim, pode-se dizer que esta localidade tem sua temperatura do ar atenuada pelo fator sombra, já que esta possui os demais elementos analisados, como contribuintes para o seu aquecimento, porém o sombreamento gerado pelas edificações podem suavizar as respostas térmicas encontradas.

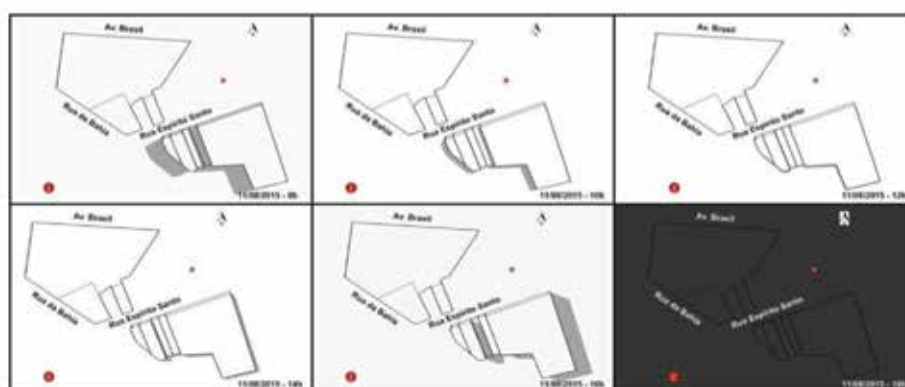
Figura 11: Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 1



Fonte: Assis (2016, p. 131).

O modelo do ponto de controle 2 pode ser observado na Figura 12. Nesta verifica-se que não há ocorrência de sombras geradas por edificações sobre o local onde a estação foi alocada, porém destaca-se que neste ponto existem alguns indivíduos arbóreos e, desta forma, em algum momento a estação pode ter sido sombreada. Contudo essa simulação não prevê sombras geradas por vegetação.

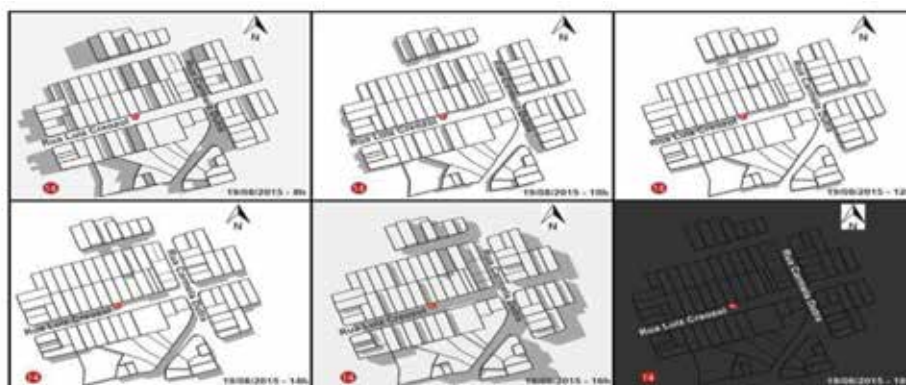
Figura 12: Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 2



Fonte: Assis (2016, p. 132).

Através da Figura 13 são observadas condições de insolação do ponto de controle 3, destacando-se que o local de instalação da estação aparece no modelo sombreado apenas no período da tarde a partir do quadro de 14 horas. Assim, é possível que as temperaturas registradas neste momento sejam mais amenas do que as que pudessem ser medidas caso a área estivesse ensolarada.

Figura 13: Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 3

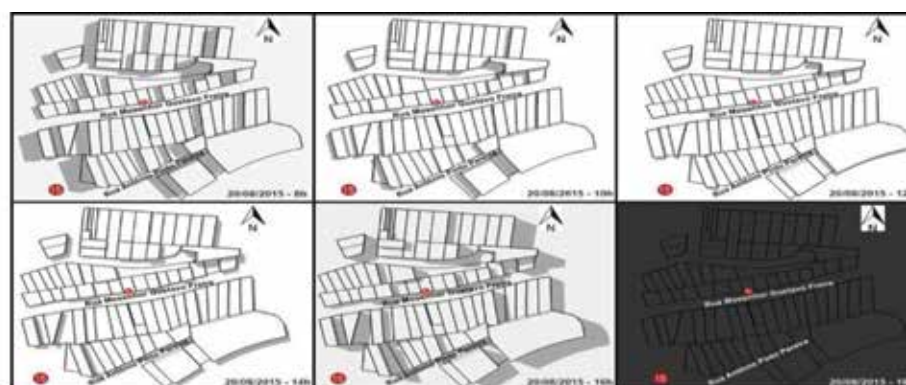


Fonte: Assis (2016, p. 142).

No dia seguinte, os pontos foram instalados na RU São Mateus, sendo que o primeiro foi o ponto de controle 5, o qual pode ser visualizado no modelo de insolação através da Figura 14. Da mesma forma que o ponto descrito anteriormente, o ponto 6 só tem atuação do sombreamento no período da tarde, mais precisamente no quadro das 16 horas. Este fato é justificado pelo perfil das unidades no entorno do equipamento instalado, as quais se caracterizam por casas pouco elevadas, ou seja, com baixa capacidade de geração de sombras.

Na segunda coleta alocada na RU São Mateus, tem-se o ponto de controle 6 (Figura 14), o qual se encontra sombreado apenas no período da manhã, pois as edificações mais elevadas estão alocadas na seção leste-sudeste.

Figura 14: Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 4



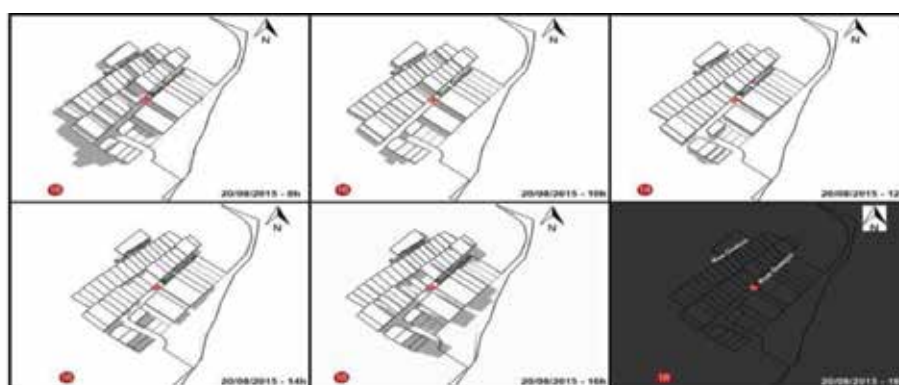
Fonte: Assis (2016, p. 142).

O último ponto instalado na RU São Mateus localizou-se na Rua São Mateus, sendo identificado como ponto de controle 6. Seu modelo de sombreamento pode ser visualizado na Figura 15, na qual é possível observar que na localidade onde o equipamento foi instalado houve sombras em dois momentos do dia, primeiramente no primeiro quadro, que simula a situação de insolação no horário das 8 horas na manhã e, em seguida, no quadro do horário das 16 horas.

Dessa forma, verifica-se que a área no entorno do ponto de controle possui grande recepção de radiação solar direta, portanto apresenta potencial considerável para o aquecimento, além do fato desta via exibir um grande fluxo de veículos e possuir uma massa construída elevada devido às edificações com muitos pavimentos.

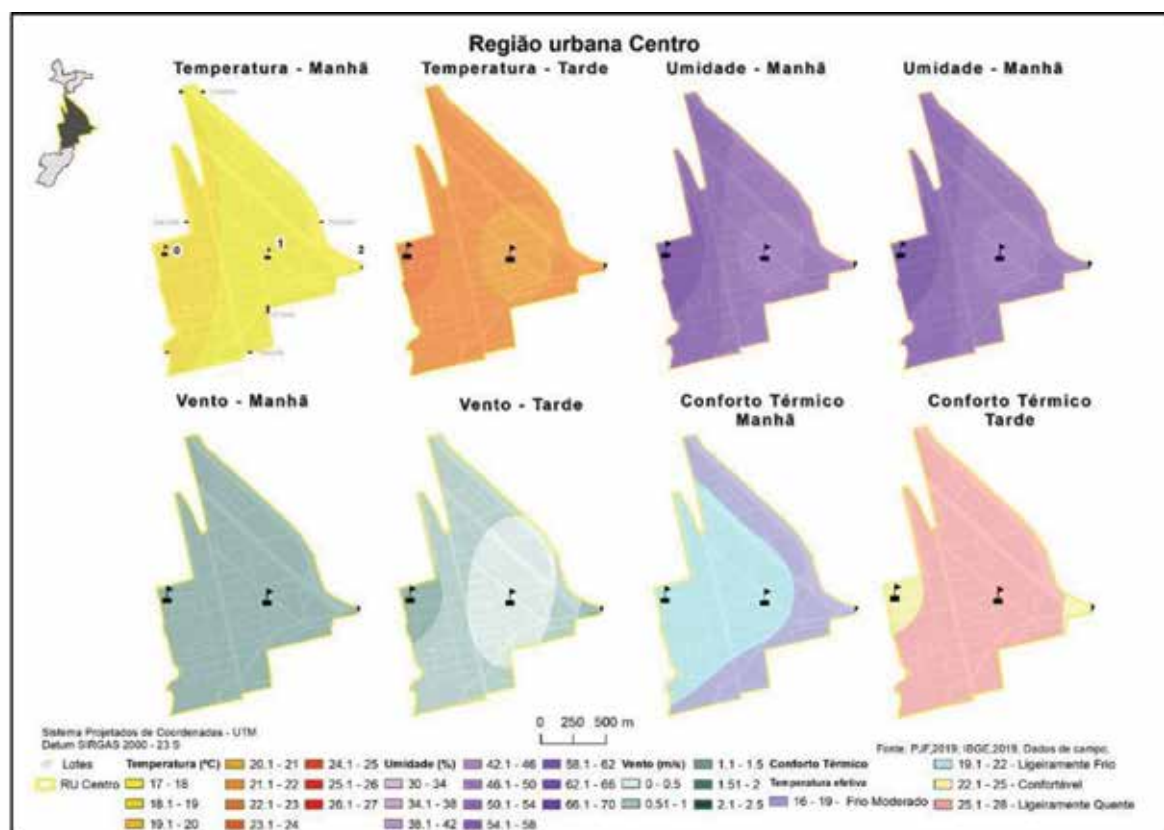
Com relação aos dados meteorológicos agrupou-se os resultados das interpolações em cartogramas por região urbana, sendo possível observar na Figura 16 a interpolação do ponto fixo e os pontos de controle 1 e 2, da coleta de campo realizada no dia 11 de agosto de 2015, na região urbana centro. A distância entre o ponto fixo e o ponto 1 é de 804,2 metros e do fixo ao ponto 2 é 1530,3 metros.

Figura 15: Modelo de sombreamento do Ponto de Controle 5



Fonte: Assis (2016, p. 142).

Figura 16: Resultados da interpolação dos dados climáticos dos pontos de controle Itinerante 1 e 2



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Partindo da interpretação do período da manhã, o primeiro mapa registra no ponto fixo a temperatura do ar 18,6°C, no ponto 1 de 17,6°C e no ponto 2 de 17,2°C. Nesse sentido, destaca-se que a diferença existente entre o ponto fixo e o ponto 1 pode estar atrelada ao sombreamento, pois nesta localidade o ponto passa parte da manhã sombreado. Desta forma, por mais que a área concentre materiais com alto potencial de aquecimento, se não há recepção de radiação solar direta estes apresentaram um aquecimento diferenciado. Já o ponto 2 exibe a menor temperatura do ar registrada neste mapa, o que se justifica pela proximidade com o Rio Paraibuna, além da presença da vegetação arbórea no entorno do ponto de controle.

Em seguida, verifica-se que o mapa de umidade relativa do ar neste o ponto fixo, apresenta o valor de 70,0%, o ponto 1 com 56,0% e o ponto 2 com 60,0%. A partir daí, destaca-se o dado do ponto 1, que é o menor registrado, provavelmente por estar localizado em uma área mais impermeabilizada e adensada do que os demais pontos.

Já no mapa de velocidade do vento observa-se que no ponto fixo o vento estava com uma velocidade média de 1,3 m/s, o ponto 1 registrou 1,0 m/s e o ponto 2 contou com 1,2 m/s. Justifica-se a diferenciação entre os pontos devido primeiramente ao ponto fixo estar alocado em local mais alto, estando livre de barreiras que possam reduzir a velocidade do vento, já o ponto 2 apresenta

este valor, pois caracteriza-se por área mais aberta, fixada nas proximidades da calha do rio, de forma que a estação pode ter captado o vento canalizado por esta calha.

Por fim, tem-se o mapa de conforto térmico para o período da manhã onde é possível observar duas classes, sendo estas “Frio Moderado” e “Ligeiramente Frio”. Neste sentido, destaca-se que nas proximidades do ponto de controle 2 encontrou-se a zona de conforto considerada mais fria, o que se deve principalmente ao fato deste ponto concentrar a menor temperatura do ar, associada aos valores de umidade e velocidade do vento mais elevados.

A seguir, no período da tarde, as temperaturas do ar registradas foram de 23,3°C no ponto fixo, 21,7°C no ponto 1 e 22,3°C no ponto 2, cujas diferenças térmicas podem ser compreendidas através das mesmas justificativas destacadas no mapa do período da manhã.

No mapa que representa a umidade relativa do ar, verifica-se que à tarde a variação entre o ponto 1 e o 2 é mínima, sendo que no ponto 1 é de 36,0% e no ponto 2 é 35,0%. Este resultado pode estar atrelado às condições de insolação, mesmo que o ponto alocado nas proximidades do Rio Paraibuna tenha potencial de apresentar uma umidade relativa mais elevada.

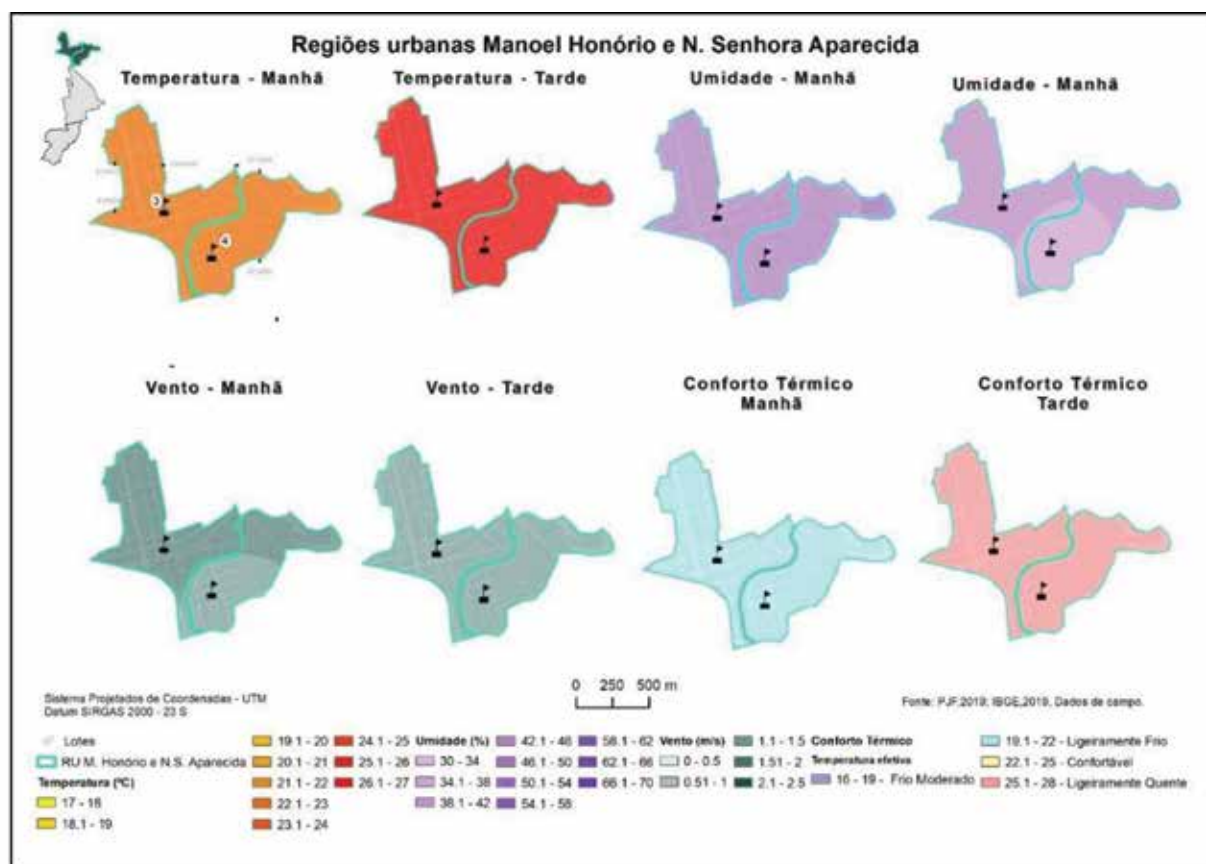
Nesta localidade, há maior recepção da radiação solar direta, pela ausência de barreiras, assim com a elevação da temperatura do ar diminui-se a umidade relativa do ar. Em contrapartida, o ponto 1 passa quase todo o período da tarde sombreado, apresentando temperaturas do ar mais amenas, o que consequentemente, mantém a umidade relativa do ar um pouco mais elevada.

Através do mapa de velocidade do vento da tarde dos pontos 1 e 2, ressalta-se o ponto fixo, com o maior valor verificado, com registro médio de 1,2 m/s, seguido do ponto 2 com 1,1m/s. No período da tarde, o ponto 1 apresentou uma velocidade menor que a do período da manhã, com 0 m/s. Isto se deve ao fato do ponto fixo e do ponto 2 estarem alocados em áreas livres de barreira, diferentemente do ponto 1.

Enfim, o mapa de conforto térmico apresentou cinco classes de conforto, variando de “Confortável” a “Muito Quente”. Deste modo, infere-se que esta diferenciação se deu principalmente devido à diferença nos valores de velocidade do vento, pois ainda que o ponto apresente a temperatura do ar mais amena, este também possui a menor velocidade do vento, o que notavelmente destacou as distinções entre as classes formadas.

Na Figura 17, é possível visualizar os dados climatológicos dos pontos de controle 3 e 4, cujos dados foram colhidos no dia 18 de agosto de 2015, nas RU's Manoel Honório e Nossa Senhora Aparecida. Com relação às distâncias, o ponto 3 está a 1938,8 metros do ponto fixo, ao passo que o ponto 4 está a 1688,6 metros, além dos 453,4 metros de intervalo entre os próprios pontos de controle.

Figura 17: Caracterização do Ponto de controle Itinerante 6



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A princípio, destacam-se os mapas referentes ao período matutino e, portanto, desta forma obtém-se o mapa temperatura do ar, o qual mostra que a temperatura dos pontos de controle é praticamente idêntica, sendo que o ponto 3 verificou o valor de 22,6° C, enquanto no ponto 4 a temperatura foi de 22,5°C. Já no ponto fixo deste dia de coleta consta 23,6°C, diferença em comparação aos outros pontos que pode ser justificada pelo fato do ponto fixo estar instalado em uma região mais adensada.

O mapa de umidade relativa do ar revela que assim como observado com a temperatura, existe apenas uma pequena variação entre o ponto de controle 3 e o 4, sendo 45,0% no ponto 3 e 44,0% no ponto 4 e no ponto fixo verificou-se 48,0%. No mapa de velocidade do vento percebe-se que o ponto 13 tem a maior velocidade registrada, com 1,8 m/s, enquanto no ponto 4 a velocidade foi de 1,4 m/s e no ponto fixo o valor encontrado foi de 1,2 m/s.

Finalmente, é possível interpretar o mapa de conforto térmico, o qual apresenta apenas duas classes, sendo estas “Ligeiramente Frio” e “Confortável”. Esse pequeno número de classes está associado ao fato de que as variáveis se distribuem de maneira homogênea pela área interpolada, com poucas variações dos valores de um ponto para o outro. Neste sentido, o mapa se divide

praticamente de forma igual nas duas classes existentes, sendo que o ponto fixo se localiza na faixa confortável, enquanto os pontos de controle itinerantes enquadram na outra classe visualizada.

Ainda na figura 16, observam-se os dados dos pontos de controle para o período vespertino e, nestes mapas, visualiza-se que grande parte das variáveis não apresenta diferenciações muito significativas entre os pontos. Inicialmente, no mapa de temperatura do ar verifica-se que os pontos 3 e 4 variam apenas em $0,5^{\circ}\text{C}$, considerando que o ponto 3 marcou $26,0^{\circ}\text{C}$ enquanto no ponto 4 o valor foi de $26,5^{\circ}\text{C}$ e ponto fixo registrou $27,0^{\circ}\text{C}$.

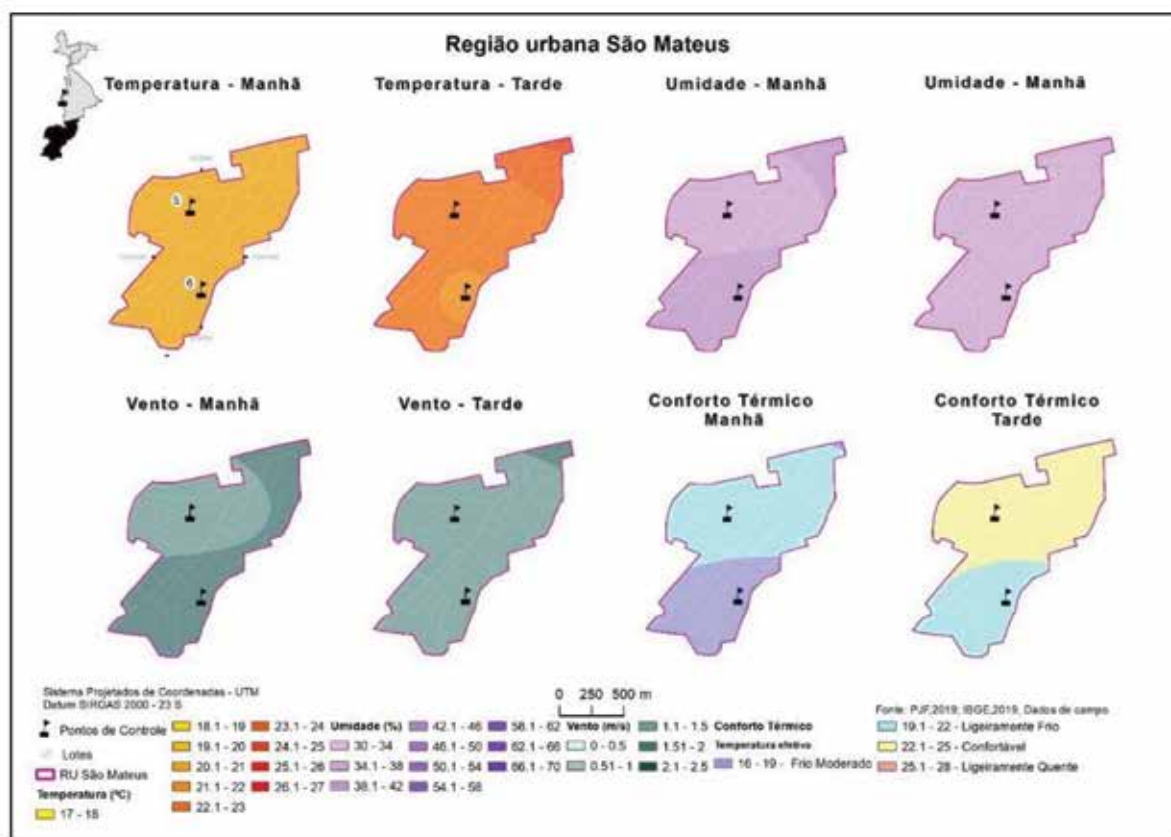
Sobre o mapa de umidade vê-se que o mapa tem apenas duas classes, com a umidade variando entre 33,0% a 37,0%, sendo o valor mais alto encontrado no ponto fixo e o menor registro foi detectado no ponto 4, na RU Nossa Senhora Aparecida. Em seguida, tem-se o mapa de velocidade do vento, onde se visualiza que o registro do ponto fixo é idêntico ao medido no ponto 4, no valor de 1,1 m/s e o ponto 3 na RU Manoel Honório, assim como no mapa diurno, apresentou a maior velocidade do vento da área interpolada, com 1,4 m/s.

Agora observando o mapa de conforto térmico vê-se que, assim como no período da manhã, dividindo-se em apenas duas classes, sendo que a maior área é classificada como “Ligeiramente Quente” e engloba dois pontos de controle itinerantes e, em contrapartida, o ponto fixo encontra-se na pequena zona formada pela classe “Quente Moderado”.

Diante dos mapas trazidos pela figura 6 é possível dizer que há poucas diferenças das variáveis urbanas que exercem interferência na resposta climática nos pontos 3 e 4, uma vez que apresentaram um comportamento climático muito semelhante.

A Figura 18 traz os mapas referentes à coleta de dados realizada no dia 20 de agosto de 2015 nos pontos de controle 5 e 6, os quais pertencem à RU São Mateus. A distância entre estes pontos é de 644 metros, ao passo que a distância dos mesmos em relação ao ponto fixo é de 1425,5 metros e 2046,2 metros, respectivamente.

Figura 18: Caracterização do Ponto de controle Itinerante 6



Com relação ao mapa de conforto térmico, nota-se claramente que as duas classes apresentadas no mapa referenciando o desconforto causado pelo frio se deve a velocidade do vento elevada no dia. Desta forma, a área interpolada dividiu-se em “Ligeiramente Frio” e “Frio Moderado”, sendo que o ponto fixo e ponto 6 encontram-se na segunda classe destacada e o ponto 5 na primeira. Na sequência, os mapas da coleta de dados vespertina são apresentados e, primeiramente, tem-se o mapa de temperatura do ar, o qual demonstra uma amplitude térmica significativa entre os pontos interpolados, dando destaque ao ponto fixo que apresenta, através da temperatura máxima exibida no mapa, 27,5°C. Além disso, deve-se ressaltar que os pontos de controle itinerantes não expõem uma diferença significativa neste segundo momento do dia.

Contudo, no tocante ao mapa de umidade relativa do ar tem-se uma resposta diferenciada, pois neste vê-se que a umidade atua de maneira homogênea diante de toda área considerada, com valores de 34,0%, 36,0%, 36,0%, para os pontos 5, 6 e o ponto fixo, respectivamente. Os valores elevados de velocidade do vento mantêm-se durante a tarde como é possível observar no mapa de velocidade do vento.

Neste sentido, destaca-se novamente o ponto fixo com a maior velocidade, dessa vez com valor de 2,8 m/s, seguido pelo ponto 5 com 1m/s e pelo ponto 6 com 1,4 m/s. Assim como no mapa de conforto térmico diurno, o do período da tarde também apresenta apenas duas classes de conforto, porém desta vez observa-se as classes “Ligeiramente Frio” e “Confortável”, sendo que apenas uma pequena parte da área interpolada apresenta a classe de desconforto por frio, classe encontrada no entorno do ponto 16 e, em contrapartida, todo restante da área foi considerado como confortável, envolvendo o ponto fixo e o ponto de controle 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados alcançados observa-se, no mês de agosto, a formação de inúmeras zonas de conforto/desconforto modificando suas localidades de ocorrência devido à variação dos valores de temperatura, umidade e velocidade do vento. Estas variáveis atuam a partir das condições atmosféricas vigentes, além das características físicas do meio onde foram coletadas. Esse trabalho traz como contribuição aos estudos de ordem urbano-climáticas a incorporação de técnicas de visualização das edificações em três dimensões, assim como a resposta térmica dos materiais construtivos.

Áreas que sofrem com o sombreamento gerado pelas edificações apresentam maiores índices de desconforto, devido à diminuição da temperatura em dias frios e potencialização da umidade. Deste modo, vê-se a necessidade de se ponderar o que é estabelecido pelo código de obras da cidade, que possui como principal critério para permissão da construção de pavimentos a largura da rua e as dimensões do lote, influenciando assim diretamente na ocorrência de grandes áreas sombreadas.

Já existem leis que regulamentam o recuo das edificações em relação à dimensão da via e ao número de pavimentos, porém muitas unidades foram construídas antes do estabelecimento dessa norma. Além disso, não há uma fiscalização efetiva de obras e, desta forma, frequentemente essas leis são também burladas. Com relação à possibilidade da aplicação de outorga onerosa, oriunda do Estatuto das cidades, Juiz de Fora ainda adotou a medida, nem mesmo no mais recente Plano Diretor de 2018.

Acredita-se que o trabalho tenha contribuído com adaptações metodológicas para a investigação do clima urbano, no sentido de tentar visualizar a atuação das variáveis do meio urbano. Neste sentido, o Geoprocessamento se revelou uma excelente ferramenta, sendo muito eficiente na identificação das zonas termais e de sensações térmicas, além de possibilitar o mapeamento dos padrões de uso e ocupação da terra, facilitando a tabulação, espacialização e análise dos dados da área em estudo.

Entretanto, é reconhecido que ainda existem limitações e há necessidade de buscar cada vez mais o aprimoramento das metodologias empregadas. Verifica-se a necessidade da aplicação deste estudo em outros períodos do ano e em diferentes áreas, a fim de se analisar qual será o comportamento, além da demanda de aplicação de outros índices de conforto a fim de refinar os dados já encontrados.

REFERÊNCIAS

Ab'Saber, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ARMANI, G. *Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude*. 123f. v. 1, 2009. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Ciências, Letras e Humanidades. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-02022010-145510/publico/GUSTAVO_ARMANI.pdf>. Acesso em 24 set. 2020.

ASSIS, D. C. *O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora-MG*. 196f. Dissertação (Mestrado Acadêmico), UFJF, ICH - Programa de Pós Graduação em Geografia, 2016.

BRITTO, M. C. de. *A dinâmica da violência: análise geográfica dos homicídios ocorridos em Juiz de Fora de 1980 a 2012*. 210f. Dissertação (Mestrado Acadêmico) - UFJF, ICH - Programa de Pós Graduação em Geografia, 2013.

FANGER, P. O. *Thermal Comfort*. McGraw-Hill, New York, 1972.

FERREIRA, C.C. M; ASSIS, D. C. O mapeamento do albedo e análise de sua influência na caracterização de microclimas de áreas urbanas. In SILVA, A. C.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E.T. (orgs). *Experimentos em Climatologia Geográfica*, Dourados-MS:UFGD, 2014. p. 201-221.

FERREIRA, F.; PRADO, R. Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial dos materiais utilizados em coberturas de edifícios no Brasil. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*, São Paulo 2003. Disponível em: <www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00351.pdf>. Acesso em 23 set. 2020.

GARCÍA, F. F. *Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación*. Barcelona: Síntesis, 1995.

GARTLAND, L. *Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas*. São Paulo: Oficina de textos, São Paulo-SP, 2010.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2019.

PJF, Plano Diretor Participativo do Município de Juiz de Fora MG, 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, v. 8, p. 45-60, 2011.

SUPING, Z. Study of the relationships between weather conditions and the marathon race, and of meteorotropic effects on distance runners. *International journal of biometeorology*, London, v. 36, n. 2, p. 63-68, 1992

TASCA, L. *As contradições e complementaridades nas leis urbanas de Juiz de Fora*. 2010. Tese (Doutorado em Planejamento Urbano). Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://www.ufff.br/pur/files/2011/04/Tese-Doutorado-Luciane-Tasca.pdf>>. Acesso em 25 out. 2020.

TORRES, F.T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). *Revista Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 7, n. 18, p. 162-171, 2006. Disponível: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em 24 set. 2020.

WEI, T. C.; MCGUINNESS, J. L. *Reciprocal Distance Squared Method*, A computer technique for estimating areal precipitation. ARS-NC, 1973.

A DINÂMICA DA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO AR FRENTE À ALTITUDE E AOS SISTEMAS SINÓPTICOS NO PERCURSO PONTE NOVA/ UBÁ, ZONA DA MATA MINEIRA

MARIA LUIZA SILVA PAULO
EDSON SOARES FIALHO

INTRODUÇÃO

A topografia pode criar variações ambientais substanciais em escalas espaciais ao nível do detalhe, por ser moldada pela declividade da vertente, posição da colina e as elevações do entorno, que podem sombrear. Essa diversidade climática na escala do local pode aumentar a diversidade ecológica e agir como um amortecedor espacial para a vegetação respondendo às mudanças climáticas (OLDFATHER *et al.*, 2016).

Topoclimas variam espacialmente e parecem ter poder explicativo em uma ampla variedade de situações. No entanto, os resumos relacionados ao topoclima raramente se referem explicitamente a mapas ou técnicas de mapeamento e poucos fornecem detalhes sobre a escala espacial e a amostra da densidade da pesquisa realizada (PASZYNSKI, 1991).

Diferentemente desse cenário, Fitzharris (1989) enfatiza a necessidade de mapeamento do topoclima para identificar áreas eficientes para a atividade agrícola. Richards (2002) reafirma tal posição ao dizer que os topoclimas inerentemente possuem grande variabilidade espacial. No entanto, raramente explicitam os mapas ou técnicas de mapeamento. Além disso, poucos fornecem detalhes espaciais como o tamanho da área de estudo, número de locais, ou densidade de amostra para a pesquisa que é apresentada.

Richards (2002) ao fazer uma revisão dos estudos topoclimáticos identificou diferenças nas perspectivas que são retratadas em relação aos estudos. Em particular, parece estar presente um

contraste entre, por um lado, textos que investigam o efeito de topoclimas sobre certa característica, por exemplo, temperatura do ar, e, por outro lado, aqueles que usam topoclima para explicar algum aspecto, diga-se, a distribuição de uma espécie de borboleta.

Mas, qual a origem do termo topoclima? O que ele significa? Em qual nível da posição da taxonomia escalar se enquadra? Bem, ao tentar responder essas questões recorreu-se a Paszynski (1983) e Jesus (1995), que corroboram o que Thornthwaite propôs em reunião do WMO Climatology Commission (Organização Meteorológica Mundial), um novo nível escalar, denominado de topoclimatologia, no ano de 1953. Etimologicamente, topoclima significa o clima de um lugar. De fato, *topos* em grego (correspondente para *locus*, em latim) significa literalmente lugar. No entanto, o lugar pode ser entendido a partir de duas maneiras: *sensu stricto* como um ponto, *sensu lato* como um lugar ou pequena região, isto é, uma porção da superfície da Terra. O topoclima seria, sinônimo de clima de um lugar (PASZYNSKI, 1991).

Com relação à hierarquia climática, qual seria o lugar do topoclima? Segundo Ribeiro (1993), o topoclima ficaria compreendido entre o clima local e o microclimático. Agora se considerar a taxonomia proposta por Mendonça e Danni-Moresco (2007), macro, meso e microclima, o topoclima ocuparia um lugar intermediário entre o meso (regional) e o microclima, o que é corroborado por Jesus (2008, p. 179), quando afirma que o clima regional geralmente possui inúmeras variações no seu interior em função, sobretudo, da compartimentação topoclimatológica.

Todavia, cabe destacar que o vocábulo topoclima, também é utilizado em ambientes urbanos, ficando a cidade enquadrada na escala local, seguida subsequentemente pelas escalas mesoclimática, topoclimática e microclimática, conforme Tarifa e Armani (2001, p. 79).

Obviamente, as fronteiras entre essas noções são bastante confusas e não podem ser rigorosamente determinadas. Parece que há concordância com a seguinte observação: se o mesoclima é uma noção regional, o topoclima é antes uma noção tipológica. Assim, cada mesoclima poderia ser dividido em uma série de topoclimas, por exemplo, topoclimas vales, prados, florestas, terra urbanizada etc. Assim a noção de microclima refere-se não apenas a variações horizontais e verticais.

Apesar do debate e desacordo entre autores, o presente trabalho adotará o termo topoclima, conforme a noção original de Thornthwaite, embora, de acordo com Paszynski (1983), o uso do termo topoclima e topoclimatologia apresenta a vantagem pelo elo estabelecido, pelo menos por Geógrafos, entre os mapas topoclimáticos e topográficos.

A complexidade na dimensão da escala regional, de segunda e terceira grandeza, como é o caso dos topoclimas, é maior que a global, uma vez que resulta de uma organização complexa de combinações de “dinâmicas e processos atmosféricos, tanto de ação de circulação geral, quanto de circulação secundária”.

A escala dos mesoclimas envolve unidades de superfície da ordem de dezenas de Km² e muitas das estratégias de abordagem são semelhantes às dos climas regionais. O uso de imagens de

satélites e cartas sinóticas para a identificação dos tipos de tempo é igualmente relevante, além da rede meteorológica de superfície de postos de observação.

Os fatores geográficos do clima assumem, nessa escala, uma importância crescente, uma vez que a rugosidade do relevo, a existência (ou não) de corpos de água e de vegetação é suficientemente latente para exercer influência nas características das células locais dos climas regionais. Os espaços rurais são identificados ao nível das grandes propriedades e da estrutura e do parcelamento do solo e os tipos de paisagens naturais (campos, florestas, dentre outras) trocam energia e matéria com a atmosfera, capazes de aumentar ou diminuir a umidade, a temperatura, a velocidade do vento, o material particulado, entre outros, na transformação dos climas naturais.

Para Galvani *et al* (2010), a escala topoclimática apresenta as características da topografia (forma, exposição e declividade do terreno) e produzem alterações principalmente na quantidade de energia recebida do sol. Esta escala está relacionada com a derivação do clima local e com as condições do relevo, através de seu atributo, ou seja, a altitude será um fator importante nos estudos realizados nessa escala.

O mesmo autor ressalta que nessa escala definida pelos efeitos do relevo e da paisagem, busca-se entender as relações existentes entre os atributos climáticos e as características topográficas, a partir dos dados registrados e armazenados nos equipamentos instalados ao longo da área de estudo. Enfatiza, ainda, que os fatores que influenciam nessa escala são a topografia, exposição/orientação e forma das vertentes e inclinações, que resultam em ganho de energia diferente. É válido ressaltar que a segmentação da paisagem e de seus componentes, neste caso o clima em escalas hierárquicas, tem como finalidade facilitar a apreensão, a interpretação e a compreensão de seu funcionamento ao passo que, na realidade, as escalas que definimos como superiores estabelecem interações que alcançam e repercutem nas porções classificadas como escalas inferiores.

As escalas inferiores se correlacionam com as demais até atingirem as escalas denominadas superiores e de influências globais. O mesmo é válido para todas as demais formas de fragmentações que realizamos no âmbito acadêmico para estudar a realidade, sendo que a mesma é um emaranhado de conexões, de relações onde elementos e fatores naturais e antrópicos se inter-relacionam mutuamente.

A pesquisa busca compreender a configuração da temperatura do ar e da umidade relativa do ar e sua relação com o sítio sobre o qual se encontra a mancha urbana de cinco municípios compreendida no percurso Ponte Nova /Ubá (Ponte Nova, Teixeiras, Viçosa, Visconde do Rio Branco e Ubá), pois, infelizmente, são escassas as estações meteorológicas em áreas montanhosas, serras ou desabitada, portanto, sendo difícil obter mapas climáticos precisos (CARREGA, 1995).

APRESENTANDO A ÁREA DE PESQUISA NO CONTEXTO TOPOCLIMÁTICO

Nesse âmbito, é válido ressaltar que a área de estudo (percurso Ponte Nova /Ubá), até por volta de 2012 podia ser exemplificada como área, no Brasil, mais propriamente, na Zona da Mata Mineira, cujos aspectos climáticos eram pouco conhecidos.

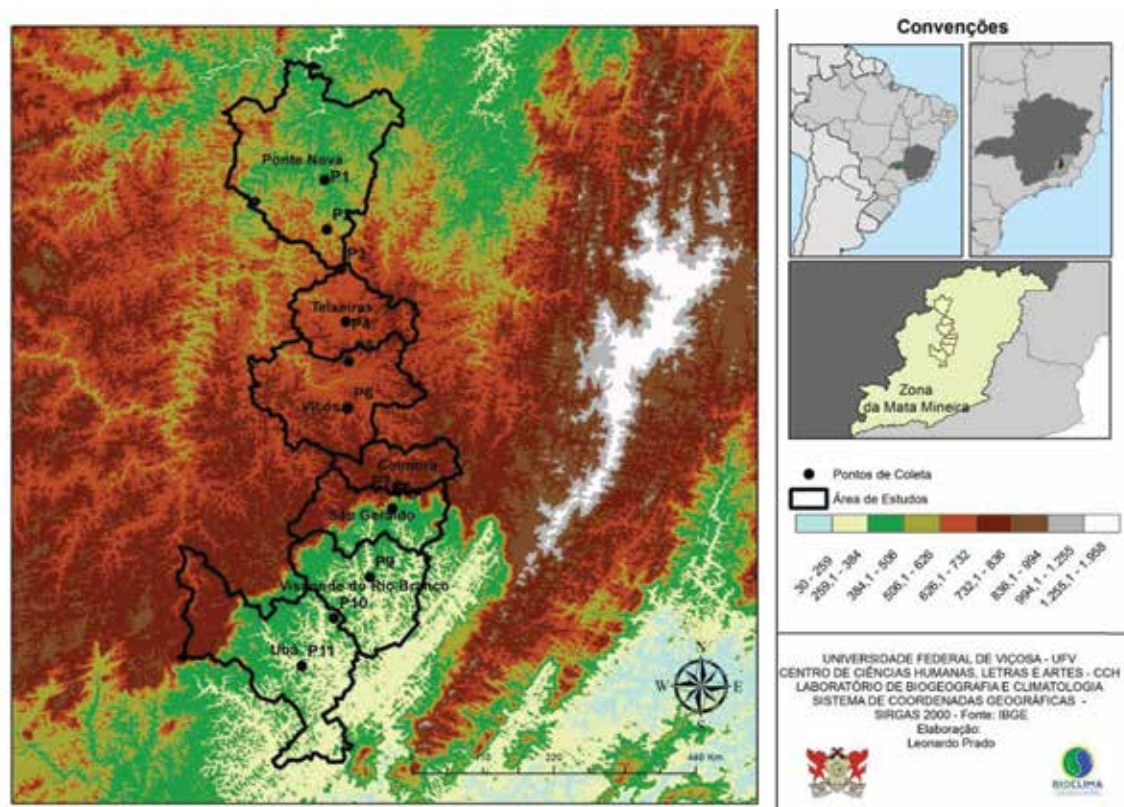
Contudo, tal realidade se modificou, uma vez que foram realizados alguns trabalhos, especificamente sobre as características do comportamento dos elementos climáticos da área, em interação com seus fatores, como exemplo encontram-se Fialho *et al.* (2011), Fialho e Paulo (2014), Alves (2015) e Paulo e Alves (2015). Porém, ainda há questões a serem investigadas. E o presente trabalho objetiva analisar a correlação entre a temperatura do ar, a umidade relativa e a altitude ao longo do percurso Ponte Nova/Ubá sob a influência dos sistemas sinópticos atuantes no período de novembro de 2013 a agosto de 2014.

O percurso Ponte Nova/Ubá situa-se na região da Zona da Mata, no estado de Minas Gerais, e abarca os municípios de Ponte Nova, Teixeiras, Viçosa, Coimbra, São Geraldo, Visconde do Rio Branco e Ubá. Em sentido norte/ sul, compreende uma distância de 120 km (Figura 1). O trajeto atravessa duas importantes bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais: Rio Doce e Paraíba do Sul. Ponte Nova, Teixeiras e Viçosa fazem parte da primeira, ao passo que São Geraldo, Visconde do Rio Branco e Ubá se localizam na segunda. Tais bacias hidrográficas encontram-se separadas pela escarpa de São Geraldo, uma elevação de aproximadamente 779 metros de altitude, que destoa do entorno por ocasionar um desnível de aproximadamente 400 metros entre os compartimentos geomorfológicos Planalto de Viçosa e a parte rebaixada onde se localizam as cidades de São Geraldo, Visconde do Rio Branco, Guidoal, Rodeiro, Ubá e Diamante de Ubá.

Os municípios da área de estudo São Geraldo, Visconde do Rio Branco e Ubá, assim como os municípios de Guiricema, Guidoal, Rodeiro, Astolfo Dutra e Dona Euzébia e são rodeados por uma cadeia de serras que, ao circundarem-nos, assume a forma parecida com uma ferradura, se vista do alto, perfazendo uma espécie de “arco” ao redor da área geomorfológicamente rebaixada (onde estão situados os referidos municípios) e chega a atingir mais de mil metros de altitude, em determinados pontos. Isso é nitidamente perceptível do topo da Escarpa de São Geraldo, o interflúvio entre as duas bacias hidrográficas mencionadas anteriormente.

A referida parte rebaixada também recebe a denominação “Golfão de Ubá”, utilizada no trabalho de Andrade (1961) e apropriada em outros trabalhos, segundo Alves (2015), como artifício analítico, uma vez que tal denominação é em outras áreas do conhecimento empregada para se referir às áreas litorâneas.

Figura 1: Localização da área de pesquisa ao longo do percurso Ponte Nova-Ubá-MG



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tal compartimentação é considerada por Andrade (1961) uma reentrância do Complexo Mantiqueira e é cercada por uma cadeia de serras que vão assumindo maiores altitudes no sentido Sudeste/Noroeste. As serras observadas na Figura 2 vão, expressivamente, compoendo a Serra do Brigadeiro.

O percurso se encontra inserido na Zona da Mata Mineira, que se situa no domínio Morfoclimático de Mar de Morros, segundo a classificação de Ab'Saber (2003), na sela do planalto de Viçosa, que serve de divisor entre as bacias hidrográficas do Rio Doce e Paraíba do Sul. O seu relevo, com perfil dissecado, favorece a formação de inversões térmicas frequentes no inverno e evidenciadas pela formação de nevoeiros. Todavia, a uma distância de 50 a 60 km de distância para o norte, em direção a Ponte Nova ou ao sul, em direção a Ubá, existe uma grande variação topoclimática, que não pode ser mensurada em razão da existência de poucas estações meteorológicas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a análise do trabalho, utilizou-se a técnica dos transect (FIALHO, 2019), que dispôs de 11 postos de coleta distribuídos ao longo do percurso Ponte Nova/Ubá, como representados na Tabela 1 e Figura 2.

Tabela 1: Identificação dos pontos situados ao longo do perfil topográfico Ponte Nova à Ubá/MG

Pontos	Coord.(UTM) (X)	Coord.UTM (Y)	Altitude m)	Local	Município
P1	23K0719456	7738397	461	Fazenda Vargem linda	Ponte nova
P2	23K0719632	7730642	523	Sítio da Mantiqueira	Ponte nova
P3	23K0721655	7724487	720	Sítio Dona Albertina	Ponte nova
P4	23K0722255	7716228	667	Sítio Museu da vovó	Teixeiras
P5	23K0722623	7710007	699	Sítio do Thiago	Viçosa
P6	23K0722379	7702648	712	Estação Met.-UFV	Viçosa
P7	23K0729456	7689710	779	Ecarpa de São Geraldo	Coimbra
P8	23K0728708	7687046	375	Sopé da Serra S. Geraldo	São geraldo
P9	23K0725245	7676406	444	Cohab III/ Copasa	Visc. do Rio Branco
P10	23K0719836	7670108	412	Sítio Tomba morro	Visc. do Rio Branco
P11	23K0715075	7662678	408	Bairro Industrial	Ubá

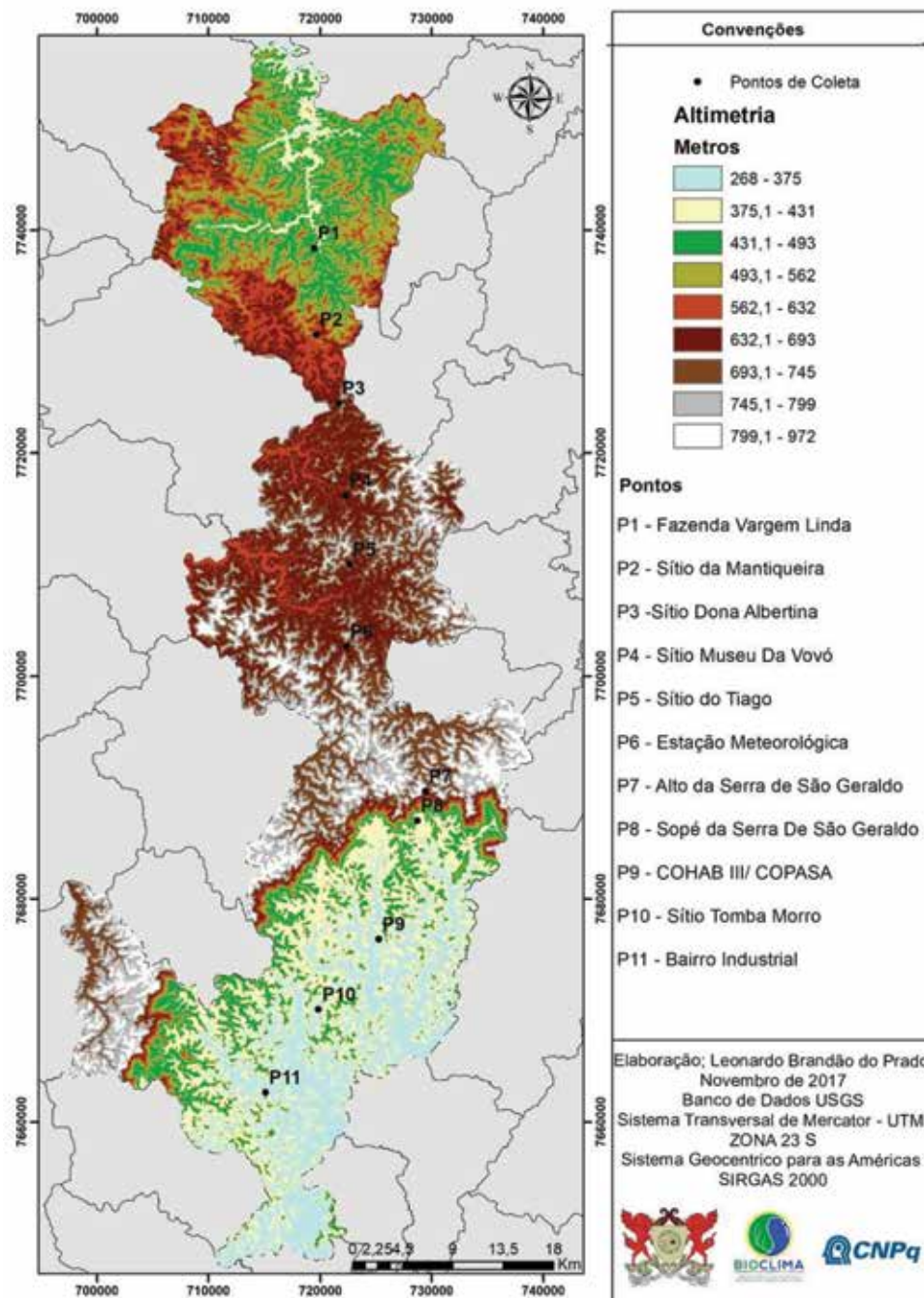
Fonte: Elaborado pelos autores.

A escolha da localização dos postos de mensuração atendeu a critérios como acessibilidade, segurança dos equipamentos em campo, afastamento da área densamente urbanizada e topos de morros evitando o sombreamento das encostas, sendo que 80,0% deles foram instalados em topos de morros e 20,0% em meia encosta, cujo uso é pastagem.

Cada posto de coleta contava com uma haste (mourão) de eucalipto tratado fincada ao chão. Na ponta de cada haste, distando a 1,5 metros de distância da superfície, foi instalado um miniabrigo meteorológico alternativo, feito de PVC (Policloreto de Vinila), modelo criado e cedido pelo professor Carlos Henrique Jardim da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e reproduzido pela equipe do Bioclima/UFV (Laboratório de Biogeografia e Climatologia).

No interior de cada miniabrigo, foi acoplado um registrador automático de temperatura e umidade relativa do ar, que registraram os parâmetros a cada 60 minutos (Figura 3). Os equipamentos citados são termohigrômetros datalogger da marca HOBO modelo U10-003 que, após as aferições (descritas detalhadamente em Alves, 2015), foram programados para realizarem medições de temperatura e umidade relativa do ar no intervalo de uma em uma hora.

Figura 2: Localização dos pontos de coleta o Perfil Ponte Nova-Ubá



Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise, por sua vez, utilizou-se das médias que, apesar de suas limitações e por si só não expliquem a ocorrência de um fenômeno ou o comportamento de elementos como é o caso daqueles referentes ao clima, essas podem fornecer indicações e prover direcionamentos que levem a sanar os questionamentos que surgem. Sendo assim, as mesmas são consideravelmente úteis. Junto a isso, essa informação foi analisada em conjunto com os sistemas produtores de tempo, que foram definidos a partir das cartas sinópticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil no endereço eletrônico: <http://www.dhn.mar.mil.br/>. Todas as cartas, contabilizando um total de 299, foram classificadas e suas respectivas classificações organizadas em uma tabela, que foi utilizada em todas as demais etapas.

Figura 3: Miniabrigo meteorológico de PVC e o sensor Hobo



Fonte: PAULO, M. L. S. (2017).

Os registros de temperatura do ar e umidade relativa do ar passaram por procedimentos distintos de correção, segundo orientação de Fialho e Celestino (2016), que, após realizar o trabalho de aferição dos termo-higrômetros da marca Hobo modelo U10-003, os dados de temperatura coletados por esses equipamentos devem passar por correção, através da fórmula $y = 0,8058x + 3,018$, onde “Y” é o valor aferido e “X” o valor registrado em campo pelo sensor do equipamento. Já os dados de umidade relativa do ar não passaram por correções, pois, de acordo com Fernandes (2017), que seguiu os mesmos critérios de avaliação de Fialho e Celestino (2017), não há necessidade de correção dos dados coletados.

Para visualizar a possível influência dos sistemas de tempo e sua interferência na variabilidade termohigrométrica, foram confeccionados painéis espaço-temporais (*Transects*) como denomina Zavattini (2013). Esses foram elaborados no *software Surfer for Windows®* v. 10. O autor explica que nos transectos o eixo das abscissas (eixo x) representa o espaço (geográfico), enquanto o das ordenadas (eixo y) o tempo cronológico. Contudo, a inversão das mesmas não interfere nos resultados. Na intersecção dos eixos x e y, chamado z, são inseridos os valores do parâmetro estudado, nesse caso a temperatura do ar e a umidade relativa do ar. E por fim, para verificar o grau de relação entre temperatura, umidade e altitude, utilizou-se a correlação de Pearson, que foram calculados com auxílio do programa Microsoft Office Excel 2007. Nele foram calculados valores de “r”

(Coeficiente de Correlação de Pearson) e “R²” (Coeficiente de determinação). A variável dependente fica disposta no eixo Y e a variável independente no eixo X, sendo que a inversão das mesmas no gráfico pode resultar em interpretações equivocadas, dependendo das variáveis correlacionadas. Os valores de r e R² são obtidos utilizando a equação 1:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \cdot [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (1)$$

Assume-se que “r” é o Coeficiente de Pearson, “n” é o número de observações, “xi” é a variável independente (altitude em metros) e “yi” é a variável dependente (temperatura °C, registrada em campo). O valor de “r” tem variação entre +1 e -1. Quando “r” for igual a +1 significa correlação perfeita positiva entre as variáveis. Quando “r” for igual a -1 significa correlação perfeita negativa entre as variáveis. Quando “r” for igual a zero significa que não há correlação entre as variáveis. Quanto mais próximo de 1 (positivo ou negativo) for o valor de “r”, mais forte é a correlação entre as variáveis (CORREA, 2003).

Os valores de r se classificam de acordo com o intervalo obtido na correlação. Essa classificação, presente na Tabela 2, extraída e adaptada de Cavalcante (2003), varia de nula à perfeita. A correlação negativa é tida inversa e a positiva direta.

Tabela 2: Tabela de classificação do coeficiente de correlação de Pearson e Coeficiente de Determinação

Classificação	Nula	Fraca	Média	Forte	Fortíssima	Perfeita
Coeficiente de						
Pearson (r)	0	0,00...0,30	0,30...0,60	0,60...0,90	0,90...0,99	1
Coeficiente de						
Determinação (r ²)	0	0,00...0,90	0,09...0,36	0,36...0,81	0,81...0,99	1

Fonte: Adaptado de Cavalcante (2003).

O valor de R² é denominado Coeficiente de determinação. Segundo Santos e Filho (2014), esse valor é o quadrado do Coeficiente de Pearson (r) e mede o quanto uma variável se correlaciona com outra variável.

O cálculo dos valores de correlação da temperatura do ar e da umidade relativa média, referente a cada estação do período de novembro de 2013 a agosto de 2014, teve como finalidade identificar as diferenças entre as dinâmicas dos elementos do clima (temperatura do ar e umidade) e entre esses e o fator geográfico (atitude) em cada estação abrangida, através da existência ou não da correlação entre estes.

RESULTADOS

Nota-se que os pontos com maiores registros de temperatura do ar ao longo do percurso foram os postos P8, P9, P10 e P11 nos meses de dezembro de 2013, janeiro e fevereiro de 2014, na estação do verão. A umidade relativa do ar apresentou, para esse mesmo intervalo de meses e pontos, valores baixos, exibindo comportamento inversamente proporcional ao da temperatura do ar. Nos meses de junho, julho e agosto foram registrados os menores valores de temperatura do ar (abaixo de 18,0°C na média) e os pontos destacadamente mais frios foram P2, P4, P5, P6 e P7. Observa-se que a umidade relativa do ar não seguiu o padrão inversamente proporcional em relação ao comportamento da temperatura, não apresentando os maiores valores ao longo do período de tempo e do percurso espacial, como esperado. A hipótese é de que isso aconteceu por se tratar do inverno, período normalmente mais seco, com pouca ou nenhuma ocorrência de chuva.

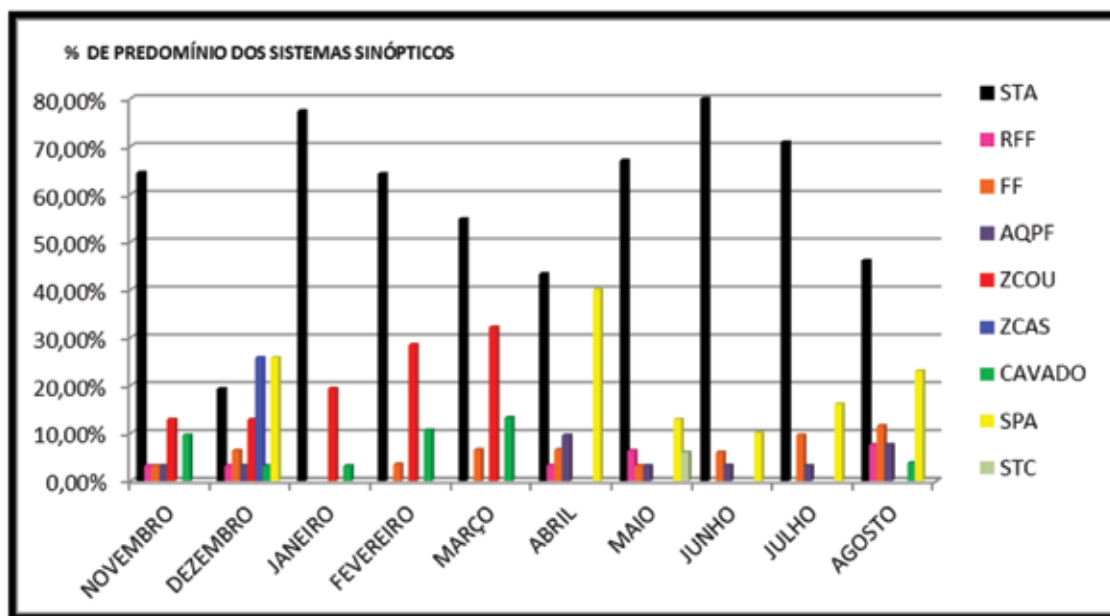
Além disso, houve grande predominância de STA (Sistema Tropical Atlântico) que pode ter influenciado na redução da umidade relativa do ar. Março e abril apresentaram valores entre 24,0 e 18,0° C de temperatura média mensal do ar para todos os pontos.

Dezembro de 2013 foi o mês mais diversificado no que tange à atuação de sistemas sinópticos, sendo esses em sua maioria causadores de situações atmosféricas instáveis. Esperava-se que a média de umidade relativa para o mês fosse elevada, acima de 90,0%, em todos os pontos do percurso, no entanto, os pontos P10 e P11 apresentaram valores reduzidos de umidade relativa em relação aos demais (de P1 à P9). Sendo assim, infere-se que algum outro fator foi mais preponderante que as características desses sistemas. Pode ter sido a variação da altitude? Cabendo salientar, a hipótese de terem sido mais de um fator, associados.

Com relação aos sistemas sinóticos atuantes no período de análise à figura 4 demonstra que o sistema atmosférico que mais atuou foi o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) tendo, exceto em dezembro de 2013, exercido predomínio em relação aos demais sistemas em todos os meses. No mês de janeiro de 2014 e junho do mesmo ano, o STA atuou em mais de 70,0% dos dias.

O mês mais diversificado em termos de atuação de sistemas sinóticos distintos foi o de dezembro, se sobressaindo os dias com atuação de ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul), SPA (Sistema Polar Atlântico) e o STA (Sistema Tropical Atlântico). Houve ainda, nesse mês, ZCOU (Zona de Convergência de Umidade), RFF (Repercussão de Frente Fria), AQPF (Aquecimento Pré-Frontal), FF (Frente Fria) e Cavado. É válido ressaltar que a maioria dos dias ficou sob a influência de sistemas que ocasionam instabilidades e até mesmo precipitações.

Figura 4: Representação da % de predomínio dos sistemas sinópticos ao longo do ano



Fonte: Paulo (2017, p. 46).

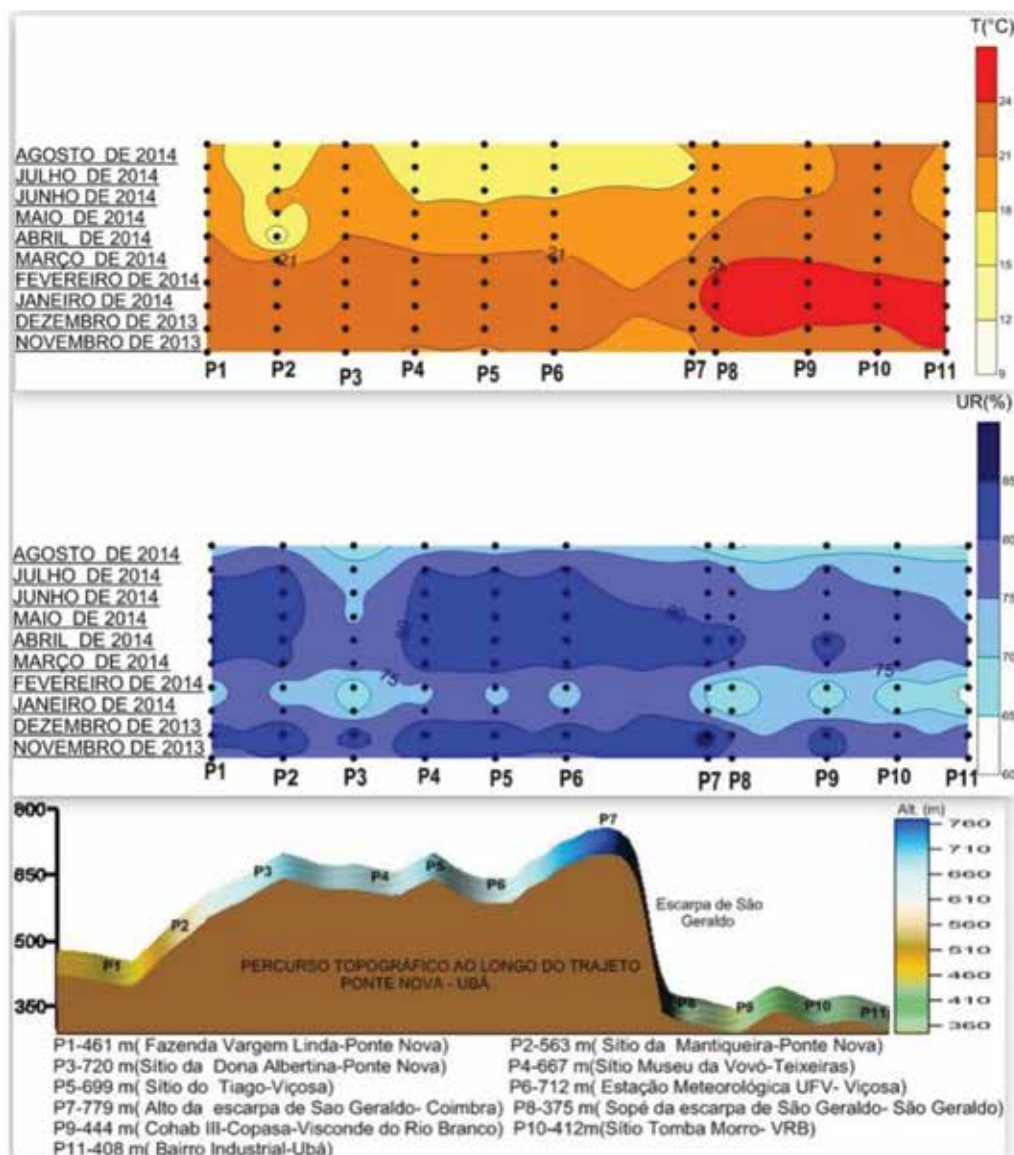
Observa-se na Figura 5 que os meses de novembro de 2013 a fevereiro de 2014 apresentaram os valores mais elevados de temperatura média do ar, março e abril apresentaram valores intermediários e maio, junho, julho e agosto apresentaram quedas nas temperaturas. Esse resultado era o esperado, uma vez que os aspectos dos elementos atmosféricos observados vão ao encontro com as características das estações do ano (primavera, verão, outono e inverno, respectivamente).

Os valores de R^2 e r encontram-se representados na Tabela 3. Observa-se que a correlação da temperatura do ar e altitude fora inversa e fortíssima na estação de primavera, forte no verão, média no outono e forte no inverno. Em todas as estações, os valores de r foram negativos, demonstrando uma relação inversamente proporcional entre as variáveis.

Na primavera, observou-se que 94,2 da variação da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) são em função da altitude (metros), tendo sido a estação que melhor correlação obteve entre suas variáveis. No outono, essa determinação foi de 94,5%, contudo o coeficiente de Pearson foi contraditório ao não demonstrar a mesma relação que, por sua vez, fora média ($r=-0,5946$).

Tal indefinição pode ter sido em função de o outono ser uma estação de transição entre o verão e o inverno, quando o comportamento da temperatura do ar deixa de ser influenciado pelos sistemas mais atuantes no verão e passa a ser influenciado por aqueles mais atuantes no inverno (O SPA-Sistema Polar Atlântico, por exemplo).

Figura 5: Transeptos de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) para o período de novembro de 2013 a agosto de 2014



Fonte: Paulo (2017, p. 49).

Tabela 3: Resultados das correlações por estações

Estações	T(°C) X Alt.(m)		UR(%) X Alt. (M)		UR(%)X T(°C)	
	R ²	r	R ²	r	R ²	r
PRIMAVERA	0,9418	-0,97046	0,5261	0,725355	0,5583	0,74722
VERÃO	0,7749	-0,8803	0,3982	0,564303	0,6773	-0,823
OUTONO	0,9455	-0,5946	0,09969	0,311343	0,2248	-0,4741
INVERNO	0,5696	-0,7547	0,193	0,439324	0,192	0,84807

Fonte: Paulo (2017, p. 67).

Notou-se que no inverno a correlação de Pearson(r) foi mais forte do que no outono, ao passo que sua determinação (R^2) foi menor, demonstrando que 56,9% da variação da temperatura do ar se associou à variação da altitude.

Os estados atmosféricos, tomados como tipos de tempo, revelam-se claramente na escala diária, e sua sucessão podem ser observada a partir da variação de elementos do clima em interação com a circulação atmosférica terciária e regional. Sendo que, ainda segundo esses autores, “a interação dos controles atmosféricos, com os fatores geográficos do clima determina o dinamismo do fluxo de energia em áreas diferentes do espaço terrestre”.

No que diz respeito à relação umidade média sazonal e a altitude, Tabela 5, observou-se que apenas na primavera houve forte correlação entre essas variáveis, ao passo que em todas as demais, a correlação fora classificada como média para os valores de correlação de Pearson(r). Além disso, todas as estações apresentaram correlação direta, ou seja, à medida que aumenta a altitude (metros) aumenta a umidade média sazonal, sendo o inverso válido.

A segmentação da análise dos dados de temperatura e umidade relativa do ar em escalas temporais serviu para validar a premissa de que, embora as médias sejam medidas criticadas na literatura, são muito úteis em trabalhos que se tem de lidar com grande quantitativo de dados, uma vez que as mesmas forneceram indicativos e deram direcionamentos sobre o que aconteceu de uma maneira geral em todo o conjunto de dados de temperatura e umidade relativa do ar.

A média mensal de cada ponto, representada no transepto de todo o período analisado, foi ao encontro com as características das estações abarcadas no trabalho (primavera, verão, outono e inverno). A umidade relativa do ar, média mensal, demonstrou-se inversamente proporcional à temperatura de novembro a junho. Em julho e agosto, as temperaturas do ar foram reduzidas nos pontos P2, P4, P5, P6 e P7 e a umidade relativa do ar também fora reduzida em relação aos meses anteriores e aos demais pontos do percurso. Para validar tais observações seria necessário o cálculo da correlação linear entre esses elementos, no entanto, para essa etapa, não o fora feito.

No que se referiu à escala sazonal, a temperatura, assim como a umidade relativa do ar, oscilou de acordo com cada sistema atuante ao longo de todo o período de novembro de 2013 a agosto de 2014. Nos dias sob atuação de STA notou-se a conformação dos três ambientes térmicos apresentados por Alves (2015), onde os pontos da Depressão de Ponte Nova apresentaram valores intermediários, os pontos do Planalto de Viçosa, as menores temperaturas e os situados no “Golfão de Ubá”, foram os mais aquecidos. Nas demais situações sinópticas, isso não se tornou nítido, tendo esses ambientes se desconfigurado durante atuação de sistemas indutores de instabilidade, notando-se uma homogeneização do campo térmico. Além disso, no verão, no outono e até meados do inverno não mais foi tão evidente essa diferenciação dos ambientes, podendo sim ter ocorrido, mas a nível horário, o que demandaria análise mais específica e aprofundada.

Os pontos mais aquecidos foram, em maior parte dos casos, os situados no “Golfão de Ubá”, os mais frios aqueles localizados no Planalto de Viçosa. Durante o outono e o inverno, os

pontos da Depressão de Ponte Nova se igualaram, muitas vezes, termicamente aos do Planalto de Viçosa, exibindo as menores temperaturas.

As maiores variações sazonais estiveram relacionadas às características inerentes às mesmas, notando-se que nas estações de primavera e verão as temperaturas foram mais elevadas. O outono e o inverno se caracterizaram por uma baixa nesses valores. Notou-se, na maior parte das atuações de cada sistema e ao longo de cada estação, uma aparente correlação inversa entre a temperatura do ar e a umidade relativa, verificando-a através dos gráficos de dispersão linear. Observou-se que na primavera, verão e inverno a correlação entre tais variáveis foi forte e inversa, ao passo que no outono foi média.

As correlações por estações entre a temperatura do ar e a altitude demonstraram que essas foram mais fortes na primavera e no verão, ao passo que no outono a mesma foi menor e no inverno, embora média, ela foi maior em relação ao outono. A análise dos meses, embora tenha utilizado dos mesmos dados médios diários que a sazonal, permitiram confirmar os resultados obtidos naquela confirmaram as observações feitas inicialmente nos *transects* de médias dos meses ao longo do período de novembro de 2013 a agosto de 2014.

Esperava-se que os sistemas mais instáveis tivessem ocorrido no período de novembro de 2013 a março de 2014, ou seja, no fim da estação de primavera e ao longo do verão, e que os sistemas mais estáveis tivessem ocorrido entre abril e agosto de 2014, nas estações do outono e meados do inverno. Tais hipóteses foram confirmadas através das análises mensais.

Buscou-se responder como a temperatura do ar e a umidade relativa se comportam frente à dinâmica dos sistemas atmosféricos e em quais estações, meses e situação(s) sinóptica(s) melhor se evidencia a influência da altitude sob a conformação termo-higrométrica ao longo do percurso Ponte Nova/Ubá. Observou-se que o comportamento desses elementos variou de acordo com as características de cada estação analisada, assim como de acordo com as características associadas a cada sistema sinóptico.

Quanto à influência da altitude na conformação do campo termo-higrométrico para a temperatura, essa foi mais forte na primavera e no outono e não no outono e no inverno como se esperava, devido ao maior predomínio de dias estáveis associados aos sistemas STA e SPA. A umidade relativa apresentou correlação forte apenas para o verão. Não houve correlações insignificantes, demonstrando que tais variáveis encontraram-se associadas ao longo de todas as estações, ou seja, a altitude é um fator de significativa importância para a escala topoclimática e, assim sendo, para o percurso Ponte Nova/Ubá.

No que diz respeito às correlações por sistemas sinópticos (Tabela 4), obteve-se que de novembro de 2013 a abril de 2014 predominaram correlações classificadas como fortíssimas nos dias sob atuação de maior parte dos sistemas sinópticos, tendo os demais sido fortes, demonstrando que a variação da altitude explicou em muito a variação da temperatura do ar.

Tabela 4: Correlações em relação aos sistemas atmosféricos predominantes

MÊS E ANO	SISTEMAS	T(°C)X ALTITUDE(m)		UR(%)X ALTITUDE(m)		UR(%)X T(°C)	
		R ²	r	R ²	r	R ²	r
NOVEMBRO DE 2013	STA	0,9228	-0,96064	0,4208	0,648689	0,5053	-0,710864
	AQPF	0,623	-0,7893	0,0168	0,129638	0,4112	-0,64127
	FF	0,8116	-0,90033	0,0323	0,179739	0,1725	-0,41529
	ZCOU	0,7197	-0,848361	0,1765	0,420065	0,5343	-0,73095
	CAVADO	0,909	-0,953415	0,4397	0,663106	0,6114	-0,7819
	RFF	0,8783	-0,93716	0,4414	0,664382	0,6242	-0,79006
	STA	0,9219	-0,96016	0,4208	0,648689	0,6182	-0,7862
DEZEMBRO DE 2013	AQPF	0,8411	-0,91709	0,3686	0,607	0,6174	-0,7857
	FF	0,9138	-0,95591	0,7241	0,5244	0,6658	-0,8159
	ZCOU	0,846	-0,9198	0,3601	0,6001	0,5657	-0,7521
	CAVADO	0,8804	-0,93829	0,454	0,6738	0,7295	-0,85409
	SPA	0,6149	-0,78415	0,6128	0,7827	0,6149	-0,7841
	ZCAS	0,966	-0,98283066	0,4571	0,676128	0,4374	-0,6613846
	RFF	0,9408	-0,96994	0,4236	0,6508	0,4299	-0,5696
JANEIRO DE 2014	STA	0,6998	-0,83653	0,2336	0,48333	0,686	-0,82822
	ZCAS	0,9034	-0,95045	0,578	0,76025	0,7021	-0,8379
	CAVADO	0,6642	-0,81499	0,213	0,461492	0,7386	-0,8593991
	RFF	0,5703	-0,755214	0,1689	0,410944	0,7354	-0,857546
	STA	0,6474	-0,80464	0,2076	0,4556204	0,715	-0,8456
	CAVADO	0,7334	-0,856402	0,2141	0,4626593	0,605	-0,7778302
	ZCOU	0,8972	-0,9472327	0,6933	0,8326256	0,7745	-0,880501
FEVEREIRO DE 2014	FF	0,7228	-0,85017	0,3278	0,5725332	0,7457	-0,8635489
	ZCOU	0,9411	-0,9701088	0,3426	0,585353	0,3294	-0,573921
	CAVADO	0,9374	-0,96819	0,5635	0,750673	0,5634	-0,75058
	STA	0,6531	-0,808147	0,2998	0,547585	0,5737	-0,75745
	FF	0,9158	-0,95696693	0,0544	-0,23321	0,91558	-0,95696

Fonte: Paulo (2017, p. 85).

Além disso, essa relação foi inversamente proporcional, corroborando que é colocado pela literatura. Portanto, a premissa de que as mais fortes correlações se evidenciariam apenas em dias de atuação de sistemas de estabilidade atmosférica não se concretizaram.

Apenas pequena porcentagem da variação da umidade relativa média por sistemas sinópticos puderam ser explicadas pela variação da altitude (metros) existente ao longo da área de estudo. Para a relação da umidade relativa e a temperatura observou-se que essas estiveram, na maior parte dos sistemas e meses, fortemente e inversamente associadas. Sendo isso, mais notável no mês de junho, quando exceto nos dias sob atuação de STC, todos os demais apresentaram fortíssima correlação inversa entre esses elementos.

Ao correlacionar os valores médios por sistemas sinópticos da temperatura do ar e a altitude, notou-se que de novembro de 2013 a abril de 2014 predominaram correlações classificadas como fortíssimas nos dias sob atuação de maior parte dos sistemas sinópticos, tendo os demais sido fortes, demonstrando que a variação da altitude explicou em muito a variação da temperatura do ar e, além disso, essa relação foi inversamente proporcional conforme estudos anteriores.

As correlações fortíssimas foram identificadas em quase todos os tipos de sistemas sinópticos, variando apenas de mês a mês. Por exemplo, em face da atuação do Sistema Tropical Atlântico (STA), a correlação foi fortíssima em novembro e dezembro de 2013 e em janeiro de 2014 foi forte. Não se pode dizer que as correlações fortíssimas estiveram associadas ao STA, por exemplo, uma vez que essa variou de mês a mês.

A partir de abril, as correlações fortíssimas se reduziram a duas, uma sob atuação de Frente Fria (FF) e outra de Sistema Tropical Continental (STC). As demais foram fortes, independente do sistema atmosférico atuante. Para o Sistema Tropical Atlântico (STA) no mês de abril e o Aquecimento Pré-Frontal (AQPF) no mês de junho foram encontrados valores médios da correlação entre a temperatura do ar e a altitude.

No mês de abril, os dias sob atuação de STA obtiveram fraca correlação linear entre a temperatura e a altitude demonstrando que outros fatores foram mais significativos que a altitude. No que diz respeito à correlação umidade relativa e altitude, observa-se que ao longo do período de novembro de 2013 a agosto de 2014 muitos dos valores de r calculados foram classificados como fortes. No entanto, contraditoriamente, os valores de R^2 foram baixos e mostram que apenas pequena porcentagem da variação da umidade relativa média dos sistemas sinópticos pôde ser explicada pela variação da altitude (metros) existente ao longo da área de estudo. O mesmo se repetiu para os valores de r classificados como médios.

No mês de fevereiro, os dias sob atuação de ZCOU obtiveram valor de r classificado como fortíssimo e de R^2 classificado como forte, demonstrando que a variação da altitude (metros) teve significativa influência sobre o comportamento da umidade relativa do ar.

Com relação à umidade relativa e à temperatura, essas estiveram na maior parte dos sistemas e meses forte e inversamente associados, sendo, mais notável no mês de junho. Mês em que, exceto nos dias sob atuação de STC, todos os dias apresentaram fortíssima correlação inversa entre esses elementos.

O fato de se ter um espaço amostral diferente de dias para cada sistema sinóptico pode ter influenciado nos valores de correlação, uma vez que o mesmo sistema atuou por um número diferente de dias em cada mês. Por exemplo, o STA (Sistema Tropical Atlântico) atuou por 19 dias em novembro de 2013 e por seis dias em dezembro de 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo foi alcançado. A segmentação da análise dos dados de temperatura e umidade relativa do ar em escalas temporais serviu para validar a premissa de que, embora as médias sejam medidas criticadas na literatura, são muito úteis em trabalhos que se tem de lidar com grande quantitativo de dados, uma vez que as mesmas forneceram indicativos e deram direcionamentos sobre o que aconteceu, de uma maneira geral, em todo o conjunto de dados de temperatura e umidade relativa do ar em análise. Quanto à atuação dos sistemas sinópticos, o STA, verificou-se que foi o que mais predominou ao longo do percurso Ponte Nova/ Ubá, predominando mais nos meses de novembro, janeiro e fevereiro, sofrendo uma diminuição da intensidade em maio e voltando a aumentar suas ocorrências em junho. Junho, por sua vez, foi o mês de maior penetração de Frente Fria, juntamente a novembro. Dezembro apresentou maior diversidade de atuação de sistemas sinópticos, além de grande incidência de sistemas de baixa pressão atmosférica, havendo poucos dias caracterizados como estáveis.

A média mensal de cada ponto, representada no *transect* de todo o período analisado, foi ao encontro com as características das estações abarcadas neste trabalho (primavera, verão, outono e inverno). A umidade relativa do ar média mensal demonstrou-se inversamente proporcional à temperatura de novembro a junho. Em julho e agosto, as temperaturas do ar foram reduzidas nos pontos P2, P4, P5, P6 e P7 e a umidade relativa do ar também fora reduzida em relação aos meses anteriores e aos demais pontos do percurso. Para validar tais observações, seria necessário o cálculo da correlação linear entre esses elementos, no entanto para essa etapa não o fora feito.

No que se referiu à escala sazonal, a temperatura, assim como a umidade relativa do ar, oscilou de acordo com cada sistema atuante ao longo de todo o período de novembro de 2013 a agosto de 2014. Nos dias sob atuação de STA, notou-se a conformação dos três ambientes térmicos apresentados por Alves (2015) onde os pontos da Depressão de Ponte Nova apresentaram valores intermediários, os pontos do Planalto de Viçosa, as menores temperaturas e os situados no “Golfão de Ubá”, foram os mais aquecidos. Nas demais situações sinópticas, isso não se tornou nítido, tendo esses ambientes se desconfigurado durante atuação de sistemas indutores de instabilidade, notando-se uma homogeneização do campo térmico.

Além disso, no verão, no outono e até meados do inverno, não mais foi tão evidente essa diferenciação dos ambientes, podendo sim ter ocorrido, mas a nível horário, o que demandaria análise mais específica e aprofundada.

Os pontos mais aquecidos foram, em maior parte dos casos, os situados no “Golfão de Ubá”, os mais frios aqueles localizados no Planalto de Viçosa. Durante o outono e o inverno, os pontos da Depressão de Ponte Nova se igualaram, muitas vezes, termicamente aos do Planalto de Viçosa, exibindo as menores temperaturas.

As maiores variações sazonais estiveram relacionadas às características inerentes às mesmas, notando-se que nas estações de primavera e verão as temperaturas foram mais elevadas. No outono e no inverno se caracterizaram por uma baixa nesses valores.

Notou-se na maior parte das atuações de cada sistema, ao longo de cada estação, uma aparente correlação inversa entre a temperatura do ar e a umidade relativa, verificando-a através dos gráficos de dispersão linear, obteve-se que na primavera, verão e inverno a correlação entre tais variáveis foi forte e inversa, ao passo que no outono foi média.

As correlações por estações entre a temperatura do ar e a altitude demonstraram que essas foram mais fortes na primavera e no verão, ao passo que no outono a mesma foi menor e no inverno embora média, ela foi maior em relação ao outono.

A análise dos meses, embora tenham sido utilizados os mesmos dados médios diários que a sazonal, permitiram confirmar os resultados obtidos naquela e também confirmaram as observações feitas inicialmente nos *transect* de médias. Esperava-se que os sistemas mais instáveis tivessem ocorrido no período de novembro de 2013 a março de 2014, ou seja, no fim da estação de primavera e ao longo do verão, e que os sistemas mais estáveis tivessem ocorrido entre abril e agosto de 2014, nas estações do outono e meados do inverno. Tais hipóteses foram confirmadas através das análises mensais.

Buscou-se responder como a temperatura do ar e a umidade relativa se comportam frente à dinâmica dos sistemas atmosféricos e em quais estações, meses e situação(ões) sinóptica(s) melhor se evidencia a influência da altitude sob a conformação termo-higrométrica ao longo do percurso Ponte Nova/Ubá. Obteve-se que o comportamento desses elementos variou de acordo com as características de cada estação analisada, assim como de acordo com as características associadas a cada sistema sinóptico.

Com relação à influência da altitude na conformação do campo termo-higrométrico para a temperatura, essa foi mais forte na primavera e no outono e não no outono e no inverno como se esperava, devido ao maior predomínio de dias estáveis associados aos sistemas STA e SPA. A umidade relativa apresentou correlação forte apenas para o verão. Não houve correlações insignificantes, demonstrando que tais variáveis encontraram-se associadas ao longo de todas as estações, ou seja, a altitude é um fator de significativa importância para a escala topoclimática e, assim sendo, para o percurso Ponte Nova/Ubá.

No que diz respeito às correlações por sistemas sinópticos, obteve-se que, de novembro de 2013 a abril de 2014, predominaram correlações classificadas como fortíssimas nos dias sob atuação de maior parte dos sistemas sinópticos, tendo os demais sido fortes, demonstrando que a variação da altitude explicou em muito a variação da temperatura do ar. Além disso, essa relação foi inversamente proporcional, corroborando o que é colocado pela literatura. Portanto, a premissa de que as mais fortes correlações se evidenciariam apenas em dias de atuação de sistemas de estabilidade atmosférica não se concretizou.

Apenas pequena porcentagem da variação da umidade relativa média por sistemas sinópticos pôde ser explicada pela variação da altitude (metros) existente ao longo da área de estudo. Para a relação da umidade relativa e a temperatura observou-se que essas estiveram, na maior parte dos sistemas e meses, fortemente e inversamente associadas. Sendo isso, foi, mais notável no mês de junho, quando, exceto nos dias sob atuação de STC, todos os demais apresentaram fortíssima correlação inversa entre esses elementos.

Em suma, foi possível concluir que a variação termo-higrométrica ao longo do percurso Ponte Nova/ Ubá foi fortemente influenciada pela variação da altitude, nem sempre sendo mitigada pelas características dos sistemas sinópticos. Sendo assim, tanto a altitude como atributo do relevo quanto os sistemas sinópticos são extremamente importantes para se compreender o comportamento dos elementos climáticos na escala topoclimática. Além disso, é necessário levar em consideração as características inerentes a cada estação sazonal, uma vez que essas foram muito expressivas ao longo do percurso e do período estudado.

A pesquisa executada neste trabalho fica como uma contribuição acerca das características dos elementos climáticos do percurso Ponte Nova/Ubá analisados e abre portas para outros questionamentos e indagações acerca do comportamento climático da área de estudo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. *Aspectos Geográficos da Região de Ubá*. Associação dos Geógrafos Brasileiros, São Paulo-SP, Avulso n. 1, 1961.

AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.

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. *Acta Geográfica*, Boa Vista-RR, v. 1. Especial de Climatologia Geográfica, p. 87-100, 2012. Disponível em <<https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/1096>>. Acesso em 3 fev. 2020.

ALVES, R. S. *Interações entre fatores e elementos do clima no percurso Ponte Nova – Viçosa – Ubá, Zona da Mata Mineira: identificação de diferentes ambientes termohigrométricos*. 2015. 79f. Monografia (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2015. Disponível em <<http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2015/12/Rafael-de-Souza-Alves.pdf>>. Acesso em 25 jul. 2018.

CARREGA, P. A method for the reconstruction of mountain air temperatures with automatic cartographic applications. *Theoretical Applied Climatology*, London, v. 52, n. 1, p. 69–84, 1995. Disponível em <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00865508>>. Acesso em 2 abr. 2020.

CAVALCANTE, J. C. *Mortalidade em menores de um ano: utilização de novos indicadores para avaliação*. Dissertação (Mestrado em Saúde da criança). Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2003.

CELESTINO, E. J. *Utilização do Policloreto de Vinila (PVC) na construção de mini abrigos meteorológicos em comparação com a Estação Automática do INMET da cidade de Viçosa - MG*. Relatório Técnico, agosto/2015-julho/2016. 2016. CNPq.

FERNANDES, L. A. *Utilização de Policloreto de Vinila (PVC) na Construção de Mini-abrigos meteorológicos*. Relatório Técnico, 2017. CNPq.

FIALHO, E. S.; ALVES, R. S.; LOPES, D. I. Clima e sítio na Zona da Mata Mineira: Uma análise em episódio de verão. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, ano 7, v. 8, p. 118-136, 2011. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25799>>. Acesso em 3 fev. 2020.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: FIALHO, E. S.; SILVA, C. A. (org.). *Concepções e Ensaios da Climatologia Geográfica*. Dourados-MS: UFGD, 2012, v. 1, p. 83-114. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/327890815_ESTUDOS_CLIMATICOS_EM_SITIOS_URBANOS_E_RURALS>. Acesso em 2 de jun. 2020.

FIALHO, E. S.; PAULO, M. L. S. Clima e sítio: a variabilidade termo-higrométrica, ao longo do transecto Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S.; STEINKE, E. T. (orgs.). *Experimentos em Climatologia Geográfica*. 1ªed. Dourados-MS: Editora UFGD, p. 107-127, 2014.

FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J. Abrigos termo-higrométricos de policloreto de vinila. *Revista Entre-Lugar*, Dourados-MS, v. 8, n. 17, p. 164-188, 2017. Disponível em <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/8072/4832>>. Acesso em 20 mar. 2020.

FIALHO, E. S.; SANCHES, F. O.; ALVES, R. S.; PAULO, M. L. S. OLIVEIRA, W. D.; FERNANDES, L. A.; PRADO, L. B. Proximidades e contendas: Uma análise das diferenças entre parâmetros climáticos ao longo do transect Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 14, Especial – Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 357-368, 2018. Disponível em <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/61747/37747>>. Acesso em 3 fev. 2020.

FIALHO, E. S. O que é um transect e sua utilização nos estudos climáticos. *Revista GEOUERJ*, Rio de Janeiro, n. 34, v. 1, p. 1-29, 2019. Disponível em < <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/40951>>. Acesso em 22 mar. 2020.

FITZHARRIS, B. B. A review of topoclimatology in New Zealand. *Weather and Climate*, London, v. 9, n. 1, p. 7-13, 1989. Disponível em <<https://www.jstor.org/stable/44279766?seq=1>>. Acesso em 30 mar. 2020.

GALVANI, E; LIMA N. G. B; FALCÃO R. M. Análise da temperatura do ar no perfil topoclimático do Pico da Bandeira, Parque Nacional Alto Caparaó, Brasil, entre as altitudes de 1106 a 2892m. *Anais...*, 6 e 2, Coimbra. SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA II SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, Universidade de Coimbra, 2010. Disponível em <https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/nadia_gilma>. Acesso em 19 mar. 2020.

JESUS, E. F. R. Algumas reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. *Geotextos: Revista da Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Bahia*. Salvador, v. 4, n. 1, 165-187, 2008. Disponível em <<https://portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/3301>>. Acesso em 29 mar. 2020.

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

OLDFATHER, M. F.; BRITTON, M. N.; PAPPER, P. D.; KOONTZ, M. J.; HALBUR, M. M.; DODGE, C.; FLINT, A. L.; FLINT, L. E.; ACKERLY, D. D. Effects of topoclimatic complexity on the composition of woody plant communities. *AoB PLANTS*, Oxford, v. 8, p. 1-15, 2016. Disponível em <<https://academic.oup.com/aobpla/article/doi/10.1093/aobpla/plw049/2609608>>. Acesso em 2 abr. 2020.

PASZYFISKI, J. Les méthodes d'établissement des cartes topoclimatiques. *Geographia Polonica*, Varsóvia, v. 45, n. 1, p. 35-45, 1983. Disponível em <http://rcin.org.pl/igipz/Content/4212/WA51_13416_r1983-t45_Geogr-Polonica.pdf>. Acesso em 2 abr. 2020.

PASZYNSKI, J. Mapping urban topoclimates. *Energy and Buildings*, London, v. 16, n. 3-4, p. 1059-1062, 1991. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0378778891900990>>. Acesso em 2 abr. 2020.

PAULO, M. L. S. ALVES, R. S. A. A variação termo-higrométrica em decorrência do sítio e frente aos sistemas sinópticos atuantes: Uma análise comparativa entre os meses de Verão, ao longo do Percurso Ponte Nova-Ubá na Zona da Mata Mineira. *Revista de Ciências Humanas*, Viçosa, v. 15, n. 2, p.107-128, 2015. Disponível em <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/13282/artigo6dvol15-2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 18 mar. 2020.

PAULO, M. L. S.; QUINA, R. R.; ALVES, R. S.; FIALHO, E. S. A influência da altimetria na variação térmica ao longo do percurso Ponte Nova/Ubá, na Zona da Mata Mineira, associada a diferentes tipos de sistemas sinóticos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 12, 2016. Goiânia, *Anais...*, Goiás: ABCLIMA/UFPR, p. 748-758, 2014. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/276273964_A_INFLUENCIA_DA_ALTIMETRIA_NA_VARIACAO_TERMICA_AO_LONGO_DO_PERCURSO_PONTE_NOVAUBA_NA_ZONA_DA_MATA_MINEIRA_ASSOCIADA_A_DIFERENTES_TIPOS_DE_SISTEMAS_SINOTICOS>. Acesso em 3 fev. 2020.

PAULO, M. L. S.; FIALHO, E. S. Análise comparativa da temperatura do ar ao longo de municípios da Zona da Mata-MG/Brasil: Fevereiro de 2014 x Fevereiro de 2015. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 12, 2016. Goiânia, *Anais...*, Goiás: ABCLIMA/UFG, p. 1783-1792, 2016. Disponível em <[http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_4/trabalho%20\(3\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_4/trabalho%20(3).pdf)>. Acesso em e fev. 2020

PAULO, M. S. L. O comportamento termo-higrométrico do ar associado à altitude e sistemas sinóticos atuantes no percurso Ponte Nova/Ubá, na Zona da Mata Mineira, no período de novembro de 2013 a agosto de 2014. 105f. Dissertação (Monografia em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Federal de Viçosa, 2017. Disponível em <<http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2018/01/Maria-Luzia-Silva-Paulo.pdf>>. Acesso em 3 fev. 2020.

PRADO, L. B; FERNANDES, L. A; FIALHO, E. S. A variação da temperatura do ar, ao longo do percurso Ponte Nova-Ubá – MG (Brasil) nos anos de 2014 e 2015. *Cadernos de Geografia*, Coimbra-FLUC, n. 37, v. 1, p.55-69, 2018. Disponível em <https://impactum-journals.uc.pt/cadernosgeografia/article/view/37_5/4908>. Acesso em 3 fev. 2020.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. *Boletim de Geografia Teorética*, Rio Claro-SP, v. 23, n. 1, p. 288-294, 1983. Disponível em <http://lcb.fflch.usp.br/sites/lcb.fflch.usp.br/files/upload/paginas/RIBEIRO_Antonio_Giacomini_As_escalas_do_clima.pdf>. Acesso em 2 abr. 2020.

RICHARDS, K. Topoclimates and topoclimate mapping: what do the scientific abstracts tell us about research perspectives? In: SIRC 2002-THE ANNUAL COLLOQUIUM OF THE SPATIAL INFORMATION RESEARCH CENT. 14, *Anais...*, Dunedin, 2002, New Zeland. Disponível em< <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.611.8788&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 30 mar. 2020

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas “naturais”. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática*. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001. p. 34-46. (Geosp - Coleção Novos Caminhos, 4).

SANTOS, D.; FILHO, M. R. T. Estudo sobre a influência de variáveis meteorológicas em internações hospitalares em Maceió-Al, durante o período de 1998 a 2006. *Revista Brasileira de Meteorologia*, Brasília, v. 29, n. 3, p.457-467, 2014. Disponível em< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862014000300013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso 18 mar. 2020.

ZAVATTINI, J.A; BOIN, M. N. *Climatologia Geográfica: Teoria e Prática de Pesquisa*. Campinas-SP: Editora Alínea, 2013.

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CORREÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA COLETADOS ATRAVÉS DE *TRANSECTS* MÓVEIS

RODSON DE ANDRADE ALLOCCA
EDSON SOARES FIALHO

INTRODUÇÃO

Os grandes centros urbanos tornaram-se os locais onde se verificam as maiores taxas de concentração comercial e industrial. A cidade é um dos principais palcos das relações sociais e, desde a Revolução Industrial, vem apresentando crescimento populacional. Neste sentido, o processo de urbanização altera as características da superfície, produz calor antropogênico e modifica a composição atmosférica, imprimindo às cidades um clima com características singulares (LANDSBERG, 1956).

No processo de desenvolvimento das sociedades, historicamente, as ações humanas têm transformado ambientes considerados “naturais” em espaços alterados, dotados de estruturas antrópicas. Estas mudanças, entendidas muitas vezes como símbolos de avanço, progresso e desenvolvimento, podem impactar o comportamento do clima local, gerando efeitos indesejáveis à população citadina.

No cerne dessas constatações, as pesquisas climáticas ganham corpo. Inicialmente, os estudos de clima urbano eram realizados a partir da comparação entre estações fixas de coletas de dados climáticos alocadas em ambientes urbanos e rurais. Em 1917, Wilhem Schmidt introduziu as coletas de temperatura itinerantes, a pé e de bicicleta em um primeiro momento, e, em seguida, com a utilização de automóveis (ALCOFORADO, 1999). A introdução dessa técnica foi fundamental para melhorar o entendimento do comportamento e espacialidade da temperatura do ar nos ambientes urbanos (FIALHO, 2009).

O processo de investigação do clima urbano é realizado a partir da determinação das possíveis repercussões geradas pela estrutura urbana nos elementos climáticos. No âmbito desses estudos centrados no espaço urbano, um fenômeno bastante analisado é a ocorrência da ilha

de calor urbana, constatada a partir da verificação das diferenças térmicas entre ambientes com padrões de uso e ocupação da terra distinta: usualmente ambientes urbanos e rurais. Para isso, normalmente são utilizados dois métodos de coleta de dados: os pontos fixos e os *transects* móveis (FIALHO, 2009).

Os estudos utilizando pontos fixos de coleta de dados podem ser realizados a partir de estações meteorológicas padrão instalada em ambientes que no passado eram rurais, mas que com o crescimento das cidades foram incorporadas pela expansão da estrutura urbana, bem como por meio da utilização de dados meteorológicos de estações fixas instaladas em dois ou mais pontos da superfície, abarcando tipos de usos da terra distintos, como nas observações realizadas por Amorim (2010), Assis (2012), Alves (2016) e Madelin *et al.* (2017).

Os *transects* móveis permitem ao pesquisador ampliar os pontos de observação dentro da mancha urbana e podem ser realizados utilizando veículos automotores, bicicleta e até helicópteros (FIALHO, 2009). Este método de coleta de dados é bastante utilizado em situações em que não há uma rede de monitoramento fixa implantada ou que a instalação, mesmo que temporária, seja inviável. Vários estudos se ampararam neste procedimento, como: Mendonça (1995), Fialho (2009), Amorim *et al.* (2009), Martínez (2014), Correa (2014), Araújo e Andrade (2015), Kegler (2016), Allocca (2018), Oliveira (2018), dentre outros.

Fialho (2009) aponta que os dois principais procedimentos utilizados na coleta de dados, os pontos fixos e os *transects* móveis, apresentam vantagens e desvantagens (Quadro 1). Não havendo, segundo o autor, superioridade de um método em detrimento ao outro, mas sim complementaridade.

Nos *transects* móveis, os dados de temperatura não são mensurados em todos os pontos simultaneamente, havendo assim, uma defasagem temporal na realização da coleta de dados. Alguns autores apontam à necessidade de se combinar as medidas móveis com registros contínuos de temperatura em estações fixas a fim de se obter índices de correção que minimizem as alterações dos valores de temperatura ao longo do itinerário. Nesses casos, a variação da temperatura atmosférica é observada através de uma estação fixa e o resultado aplicado em todos os pontos móveis, como nos estudos de Fialho (2009), Assis (2010), Martínez (2014) e Correa (2014).

Entretanto, existem também na literatura estudos que dispensam a correção da temperatura em decorrência da defasagem temporal (desde que sejam realizados em horários que não ocorram mudanças naturais bruscas de temperatura, e que o tempo decorrido de trajeto não ultrapasse uma hora, como, Rocha e Fialho (2010) e Ugeda Junior (2011). No anseio de ampliar os horizontes dos métodos utilizados nas pesquisas em clima urbano e entendendo a importância da utilização dos *transects* móveis nas investigações, compreendemos ser necessária uma reflexão acerca das formas de utilização dos dados resultantes de *transects* móveis.

Quadro 1: Vantagens e desvantagens no processo de mensuração por meio dos pontos fixos ou transects móveis

Pontos Fixos		<i>Transects</i> Móveis	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Permite observações simultâneas.	Dificuldade em definir pontos representativos.	Descreve melhor a heterogeneidade do meio urbano.	Refazer o percurso algumas vezes com o intuito de criar maior confiabilidade.
			Não é apropriado para grandes distâncias.
Favorece o registro temporal da ilha de calor.	Custo operacional e logístico.	Aumenta o número de pontos de coleta dentro da área de estudo.	Restrito apenas a estradas de rodagem.
	Preparar equipes para o registro dos parâmetros e compatibilizar horários de leituras.	Permite uma maior agilidade no processo de monitoramento.	Dificuldade de definir pontos representativos.
			Não mensuração dos elementos do clima.

Fonte: Fialho (2009, p. 66).

O presente trabalho busca analisar a conformação do campo térmico mediante a utilização de dados de temperatura obtidos através de *transects* móveis em diferentes formatos, sendo eles: a) os dados são utilizados sem nenhum tipo de correção para compensação de defasagem em função do tempo decorrido na realização da coleta móvel; b) os dados são utilizados após correção através do uso de um ponto de controle como referência para a quantificação da variação da temperatura durante o tempo de coleta; e, c) uma nova proposta de correção em que os dados são corrigidos de maneira setorizada e baseada em uma rede de monitoramento criada pelos pesquisadores.

METODOLOGIA

AQUISIÇÃO DOS DADOS – *TRANSECTS* MÓVEIS

Foram realizadas medições itinerantes, episódicas, na mancha urbana do município de Ponte Nova, Minas Gerais. A área de estudo foi submetida a um levantamento de dados de temperatura através da técnica de *transects* móveis. Essa técnica consiste na mensuração dos dados ao longo de uma malha de pontos previamente estabelecidos, visando registrar os valores de temperatura em diversos pontos com características distintas a fim de identificar contrastes térmicos. As medições foram realizadas nos horários sinóticos de 9h00min, 15h00min e 18h00min. Os horários escolhidos para a realização da coleta seguiram a recomendação proposta por Fialho (2009), com adaptação no horário noturno da coleta devido a questões de segurança e logística.

AQUISIÇÃO DE DADOS – PONTOS FIXOS

Os dados de temperatura coletados a partir dos *transects* móveis apresentam uma defasagem temporal no ato da coleta. Por esse motivo, os valores podem apresentar alterações decorrentes do aquecimento ou resfriamento atmosférico ao longo do tempo decorrido para a realização do trajeto de coleta. Para a utilização dos dados coletados foram necessárias correções nos valores de temperatura.

Na primeira proposta de correção dos dados adotada, conforme metodologia utilizada por Fialho (2009) optou-se por estabelecer um ponto fixo de referência. A cidade de Ponte Nova não possui uma estação oficial. Baseado em Allocca e Fialho (2019), foi instalado uma rede de 5 miniabrigos meteorológicos alternativos, construídos em PVC (policloreto de vinila), elaborado a partir da proposta Fialho e Celestino (2017), em ambiente livre de obstáculos, sob solo exposto e equipado com um sensor digital datalogger (HOBO-U-012), programado para mensurar os dados de temperatura a cada hora, possibilitando a aferição da variação térmica atmosférica durante o tempo decorrido na coleta dos dados. Estes mesmos também foram analisados no estudo de Fialho e Celestino (2017), onde procuraram aferir verificar a viabilização do uso do Policloreto de Vinila (PVC) segundo modelo proposto por Machado e Jardim (op. Cit.). Os resultados demonstraram que os dados obtidos pelo miniabrigo alternativo apresentaram uma confiabilidade de 93,8%.

Para subsidiar a segunda proposta de correção, foi criada uma rede de monitoramento de dados. Nessa proposta, foram instalados cinco sensores digitais modelo datalogger (HOBO-U-012), afixados em miniabrigos meteorológicos, seguindo o mesmo padrão do primeiro caso, em diferentes pontos da cidade. A instalação dos miniabrigos buscou contemplar as diferentes características geourbanas e geoecológicas da área de estudo.

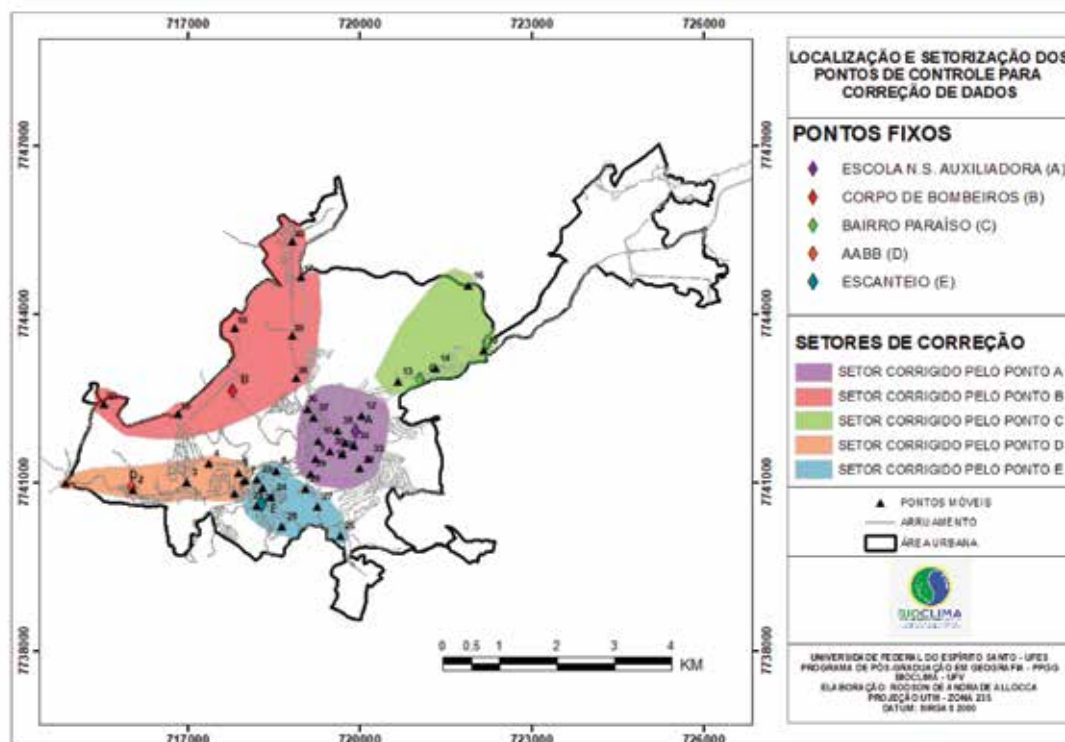
CORREÇÃO DOS DADOS DE TEMPERATURA

Na primeira proposta, os dados de temperatura coletados a partir do *transect* móvel foram utilizados sem nenhum tipo de correção.

Nas outras duas propostas, os dados foram utilizados após a aplicação da uma equação de correção, em que: T (temperatura corrigida); (temperatura sem correção); (tempo decorrido); (variação de temperatura por minuto), com base nos procedimentos adotados por Allocca (2018).

Para a correção dos dados, observa-se no ponto fixo a variação da temperatura a cada hora decorrida a partir do horário inicial do *transect* móvel. Dentro do intervalo de uma hora, calcula-se a variação da temperatura por minuto; e para todos os valores móveis mensurados dentro desse intervalo horário, utiliza-se a variação da temperatura por minuto como constante na correção da temperatura. Quando se observa aquecimento do ar atmosférico no intervalo horário, diminui-se o valor da constante por minuto da temperatura registrada (Figura 1).

Figura 1: Setores de correção de dados



Fonte: Allocca (2018, p. 34).

Nos momentos em que se observa resfriamento atmosférico, acrescenta-se o valor da constante por minuto à temperatura aferida no ponto móvel. Nos casos em que a coleta em determinado ponto acontecer após o intervalo da primeira hora, considera-se a variação de temperatura na primeira hora e estabelece-se uma nova constante de variação, considerando as alterações de temperatura registradas no ponto fixo, a ser aplicada na hora subsequente.

Na primeira proposta de correção foram utilizados apenas os dados de um ponto fixo para corrigir todos os pontos móveis do *transect*. Na segunda, a temperatura do ponto móvel é corrigida de maneira setorizada. Cada equipamento instalado na mancha urbana é utilizado para efetuar a correção dos pontos de coleta móvel mais próximos e que possuem, na medida do possível, características semelhantes de uso e cobertura da terra.

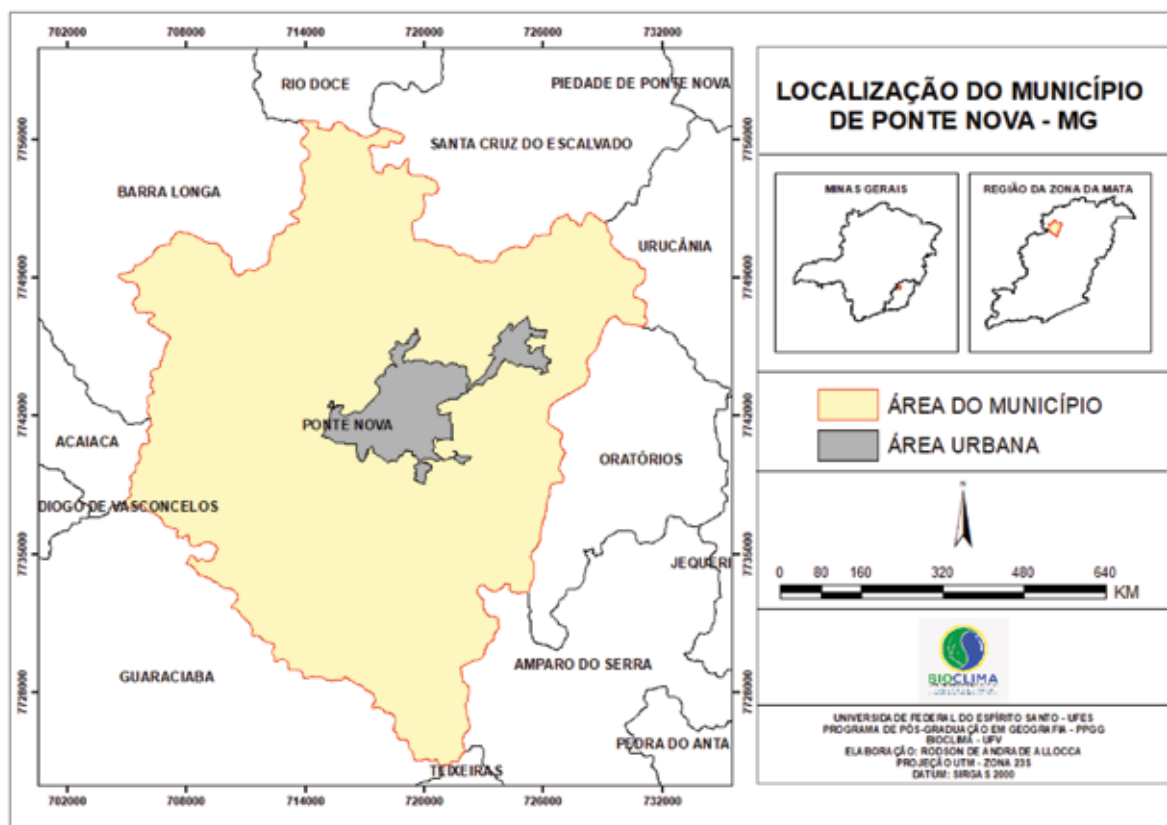
ESTUDO DE CASO: UMA CIDADE NO “MAR DE MORROS”

APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Ponte Nova (Figura 2) apresenta uma área de aproximadamente 470 km² (IBGE, 2015), está localizado nas coordenadas 20° 24' 59" S e 42° 54' 31" W, a uma distância

aproximada de duzentos quilômetros da capital do estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, na Mesorregião da Zona da Mata, em sua porção Norte.

Figura 2: Localização do município de Ponte Nova - MG



Fonte: Allocca (2018, p. 6).

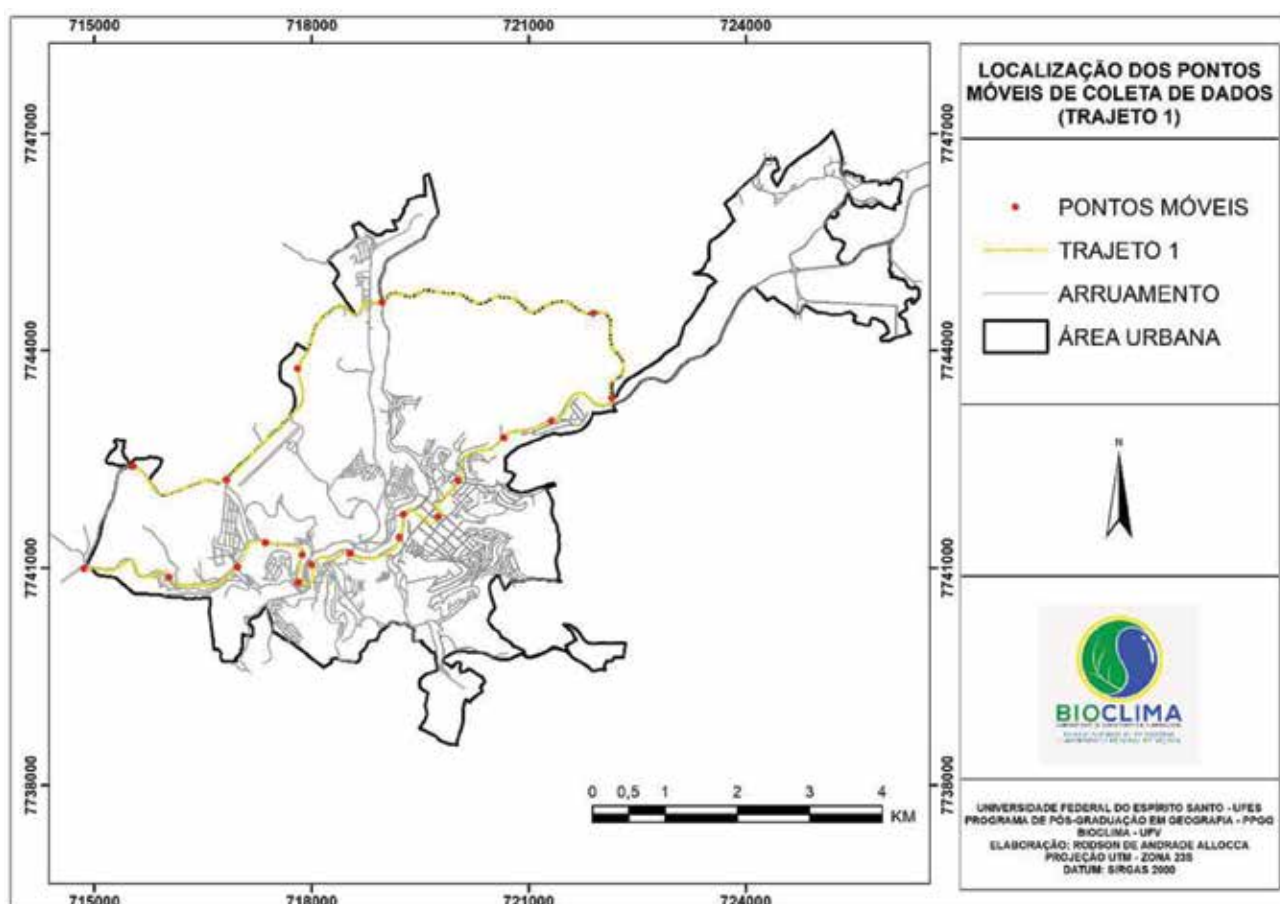
Situa-se em região de relevo acidentado, classificado como Domínio Morfoclimático dos Mares de Morro (AB'SABER, 2003). Segundo Nimer (1989), a topografia acidentada da Região Sudeste configura-se como um fator estático de influência na determinação do clima regional. O município possui clima tropical de altitude, apresentando duas estações bem definidas, verão (chuvoso) e inverno (seco). Apresenta uma população residente de 57.390 habitantes, com predomínio de população urbana (51.185 hab.) e densidade demográfica de 121,94 hab./km² (IBGE, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No dia 18 de março de 2017, foi realizada uma coleta de dados de temperatura através da técnica de *transects* móveis, dividida em duas partes, composta de dois trajetos (Figura 3 e 4). Cada

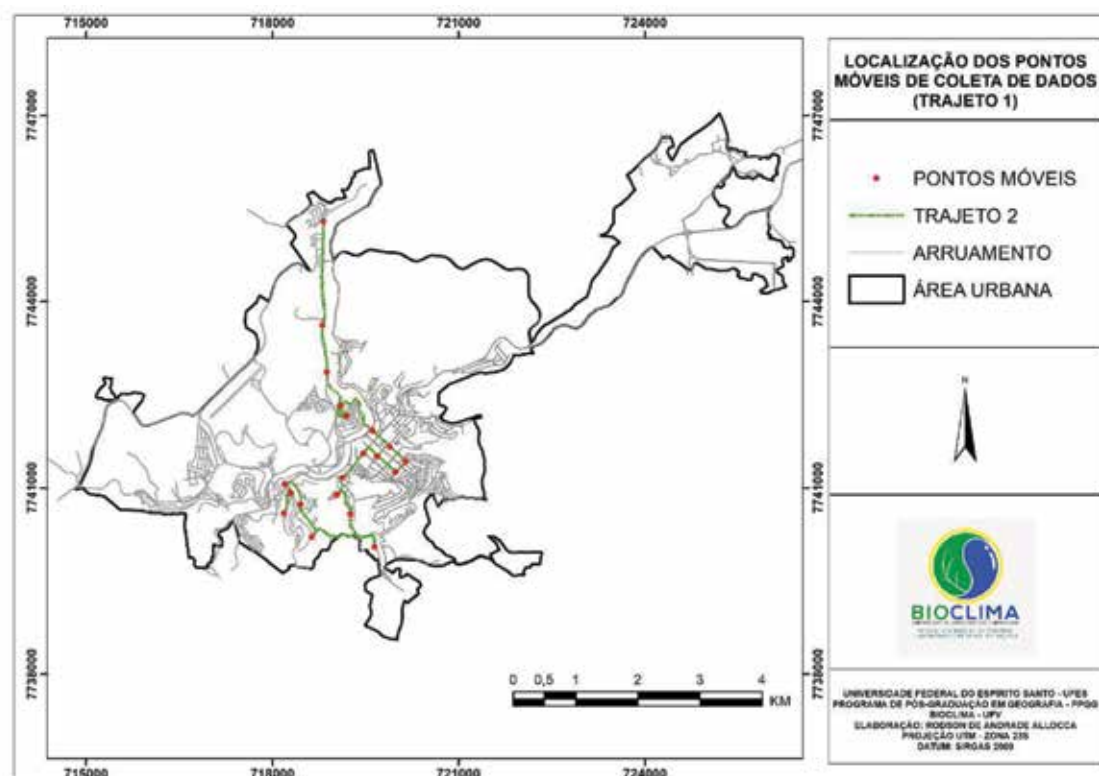
trajeto é composto por vinte pontos de coleta distribuídos na área urbana de Ponte Nova. A coleta foi realizada de forma consecutiva, ou seja, ao final da mensuração dos dados de temperatura nos pontos que compõem o Trajeto 1, foi realizada a mensuração nos pontos do Trajeto 2. A duração da coleta no Trajeto 1 foi de 01h14min, já a duração da coleta no Trajeto 2 foi de 01h03min. O deslocamento entre o ponto final do Trajeto 1 e o ponto inicial do Trajeto 2 durou 12min, fazendo com que a coleta em todo o *transect* totalizasse 02h29min.

Figura 3: Trajeto 1



Fonte: Allocca (2018, p. 39).

Figura 4: Trajeto 2



Fonte: Allocca (2018, p. 40).

TRANSECT REALIZADO NO PERÍODO DA MANHÃ (09H00MIN)

A partir da mensuração e organização dos dados (Figura 5), foi possível verificar que nos minutos iniciais do Trajeto 1, a variação entre os dados de temperatura sem correção, corrigidos por um ponto fixo (Ponto B) ou corrigidos de forma setorizada, apresentaram valores semelhantes. Nos primeiros 14 minutos, a variação máxima observada se deu entre a temperatura sem correção (27,5°C) e a temperatura corrigida pelo ponto fixo (26,6°C), representando uma diferença total de 0,9°C. Os dados de temperatura corrigidos de forma setorizada apresentaram valores intermediários comparados aos dados sem correção e os dados corrigidos pelo ponto fixo.

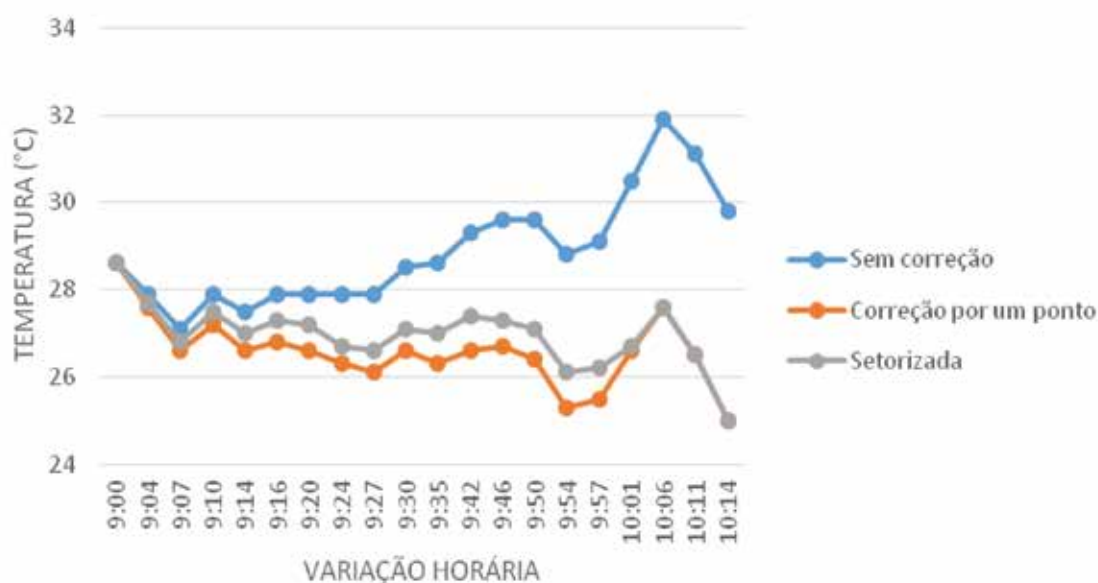
No decorrer da primeira hora da coleta, compreendendo os pontos mensurados entre 16 minutos e 57 minutos, os valores dos dados sem correção apresentaram-se sempre mais elevados do que os valores dos dados corrigidos, seja pelo ponto fixo, seja por setor. Esse comportamento manteve o mesmo padrão ao longo de toda a coleta no Trajeto 1, sendo que os dados corrigidos por um ponto fixo apresentavam valores mais baixos e os dados corrigidos de forma setorizada apresentavam valores intermediários.

A diferença entre os valores dos dados sem correção e os valores dos dados corrigidos pelo ponto fixo eram maiores, conforme pode ser verificado na Figura 5. Aos 16 minutos a diferença era de 1,1°C e aos 57 minutos, decorridos da coleta, a diferença passou a ser de 3,6°C. Já os dados corrigidos pelo ponto fixo e os dados corrigidos de forma setorizada, quando comparados, não apresentaram diferenças superiores a 0,8°C.

Nos últimos minutos de coleta do Trajeto 1, após o final da primeira hora, os valores dos dados corrigidos pelo ponto fixo e os valores dos dados corrigidos de forma setorizada foram praticamente os mesmos. Já os dados sem correção, apresentaram-se 3,9°C mais elevados que os dados corrigidos na mensuração efetuada no ponto 17 no primeiro minuto após a primeira hora (10h01min). A máxima diferença entre os dados, para esse trajeto da coleta, foi de 4,8°C no último ponto, registrada às 10h14min.

A partir da leitura da Figura 5, podem ser verificadas as variações nos dados da temperatura registrada ao longo do Trajeto 1, segundo as três formas de uso dos dados.

Figura 5: Dados comparados de temperatura do trajeto 1 (Manhã)



Fonte: Organizado pelos autores.

A segunda etapa da coleta teve seu início às 10h26min. Conforme pode ser observado na Tabela 1, ao longo da coleta, foi verificado que os valores dos dados sem correção apresentaram-se sempre mais elevados do que os dados corrigidos.

Tabela 1: Dados coletados

Ponto	Temperaturas referentes às 09h				Temperaturas referentes às 15h				Temperaturas referentes às 18h			
	Horário	Sem Correção	Correção Ponto	Correção Setorizada	Horário	Sem Correção	Correção Ponto	Correção Setorizada	Horário	Sem Correção	Correção Ponto	Correção Setorizada
Pontos fixos												
A	09:00	26,7	26,7	26,7	15:00	38,7	38,7	38,7	18:00	32,8	32,8	32,8
B	09:00	26,7	26,7	26,7	15:00	37,5	37,5	37,5	18:00	30,4	30,4	30,4
C	09:00	25,7	25,7	25,7	15:00	36,9	36,9	36,9	18:00	29,4	29,4	29,4
D	09:00	26,5	26,5	26,5	15:00	34,3	34,3	34,3	18:00	28	28	28
E	09:00	25,8	25,8	25,8	15:00	36,3	36,3	36,3	18:00	29,7	29,7	29,7
Trajetos												
Trajetos 1												
1	09:00	28,6	28,6	28,6	15:00	40,4	40,4	40,4	18:00	31,3	31,3	31,3
2	09:04	27,9	27,6	27,7	15:03	36	36	36	18:02	29,9	29,9	29,8
3	09:07	27,1	26,6	26,8	15:06	35,9	35,9	35,9	18:05	30,6	30,7	30,5
4	09:10	27,9	27,2	27,5	15:08	36,4	36,4	36,4	18:07	30,9	31	30,7
5	09:14	27,5	26,6	27	15:10	35,1	35,1	35,2	18:09	30,6	30,8	30,4
6	09:16	27,9	26,8	27,3	15:12	36,3	36,3	36,4	18:10	31,6	31,8	31,4
7	09:20	27,9	26,6	27,2	15:15	37,6	37,6	37,7	18:11	32,1	32,4	31,9
8	09:24	27,9	26,3	26,7	15:19	34,6	34,6	35,7	18:14	32,5	32,8	32,6
9	09:27	27,9	26,1	26,6	15:22	42,9	42,9	42,9	18:17	32,3	32,7	32,8
10	09:30	28,5	26,6	27,1	15:25	40	40	40	18:18	32,1	32,6	32,6
11	09:35	28,6	26,3	27	15:28	38,4	38,4	38,4	18:20	32,4	32,9	33
12	09:42	29,3	26,6	27,4	15:31	36,9	36,9	36,9	18:24	32,5	33,1	33,2
13	09:46	29,6	26,7	27,3	15:35	37,6	37,6	37,6	18:26	31,4	32,1	31,9
14	09:50	29,6	26,4	27,1	15:37	36,9	36,9	36,9	18:28	31,4	32,1	32
15	09:54	28,8	25,3	26,1	15:40	37,1	37,1	37,1	18:31	30,8	31,6	31,5
16	09:57	29,1	25,5	26,2	15:42	35,4	35,4	35,4	18:34	31	31,9	31,7
17	10:01	30,5	26,6	26,7	15:46	36	36	38,8	18:37	29,9	30,9	30,9
18	10:06	31,9	27,6	27,6	15:50	38,1	38,1	38,1	18:40	30,5	31,6	31,6
19	10:11	31,1	26,5	26,5	15:55	36,8	36,8	36,8	18:43	30,1	31,3	31,3
20	10:14	29,8	25	25	15:58	33,9	33,9	33,9	18:46	30,3	31,5	31,5
Trajetos 2												
21	10:26	31,00	25,4	25,7	16:15	34,4	35,5	38,2	18:58	31,40	33	31,9
22	10:29	31,00	25,2	25,5	16:18	33,9	35,2	37,8	19:01	31,90	33,6	32,5
23	10:32	32,90	26,9	27,1	16:20	33,9	35,2	37,8	19:03	31,40	33,2	32,1
24	10:35	32,90	26,7	26,8	16:23	33,9	35,6	37,9	19:05	31,60	33,5	32,4
25	10:39	32,60	26,1	26,2	16:26	33,8	35,7	37,8	19:11	30,90	33,1	32
26	10:44	30,90	24,1	24,1	16:31	33,1	35,4	37,3	19:15	30,00	32,4	31,2
27	10:47	30,90	23,9	23,8	16:35	32,6	35,2	36,9	19:18	30,90	32,4	32,3
28	10:50	33,90	23,7	23,6	16:38	33,1	35,9	37,4	19:20	30,90	33,5	32,4
29	10:54	32,60	25,1	26,3	16:40	34,8	37,8	37,3	19:26	31,10	34	34,6
30	10:56	31,10	23,4	24,7	16:42	33,9	37	36,5	19:29	30,40	33,4	34
31	10:59	32,40	24,5	25,8	16:45	33,5	36,9	36,3	19:31	30,10	33,2	33,8
32	11:01	32,80	24,8	26	16:46	35,4	38,8	38,2	19:33	30,10	33,3	34
33	11:03	32,90	24,8	26	16:48	35,4	39	38,3	19:35	29,90	33,2	33,9
34	11:06	32,10	23,9	25,1	16:50	34,1	37,9	37,2	19:37	29,80	33,2	33,9
35	11:11	31,00	22,7	23,8	16:55	35,1	39,2	38,4	19:44	30,40	34,2	34,9
36	11:16	31,60	23,1	24,2	16:59	33,9	38,3	37,5	19:49	29,90	33,9	34,7
37	11:18	31,40	22,8	23,9	17:01	34,6	39,2	38,3	19:50	29,60	33,7	34,5
38	11:22	31,90	23,2	22	17:04	33,6	38,3	40,6	19:53	29,60	33,8	30,8
39	11:25	32,30	23,5	22,2	17:06	32,4	37,2	39,5	19:55	29,60	33,9	30,8
40	11:29	31,90	22,9	21,5	17:10	32,8	37,8	40,1	20:00	29,90	34,5	31,3

Fonte: Organizado pelos autores.

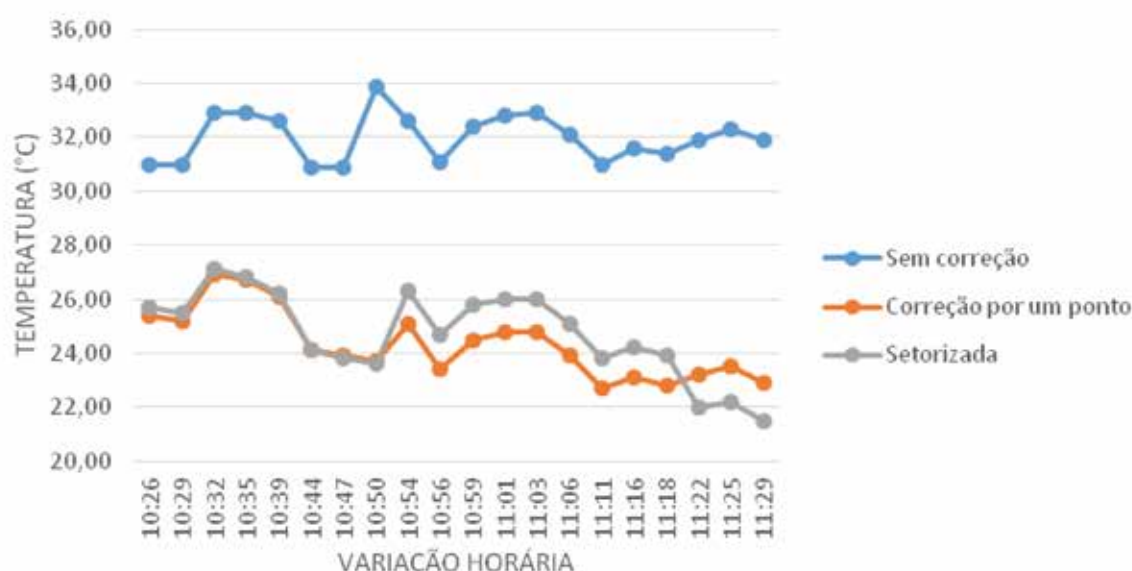
Até a coleta realizada às 10h50min, os valores de dados corrigidos pelo ponto fixo e dos corrigidos de forma setorizada não apresentaram grandes diferenças, sendo 0,3°C o valor máximo da diferença.

Nas mensurações realizadas entre às 10h54min e às 11h18min, os valores dos dados sem correção continuaram mais elevados e nos dados corrigidos pelo ponto fixo foram obtidos registros de valores de temperaturas mais baixos. A diferença entre os dados sem correção e os dados corrigidos pelo ponto fixo, que era de 5,6°C às 10h26min, apresentou gradual elevação e atingiu um valor máximo de 8,6°C às 11h18min (Figura 5).

Nos três últimos registros do Trajeto 2, realizados, respectivamente, às 11h22min, 11h25min e 11h29min, os valores dos dados corrigidos de forma setorizada apresentaram temperaturas mais amenas, os dados sem correção foram mais elevados e os dados corrigidos pelo ponto fixo os valores intermediários. Nesses pontos, também foram registradas as maiores diferenças totais entre os dados

Às 11h22min, a diferença entre os dados sem correção e os dados corrigidos de forma setorizada foi de 9,9°C; às 11h25min, a diferença passou a ser de 10,1°C; e, às 11h29min, foi registrada a diferença de 10,4°C, a maior verificada ao longo do transecto móvel (Trajeto 1 e 2). As variações nos valores entre os dados sem correção, os dados corrigidos pelo ponto fixo e os corrigidos de forma setorizada resultaram em diferentes comportamentos na espacialização do campo térmico, conforme pode-se visualizar na Figura 6.

Figura 6: Dados comparados de temperatura no trajeto 2 (Manhã)

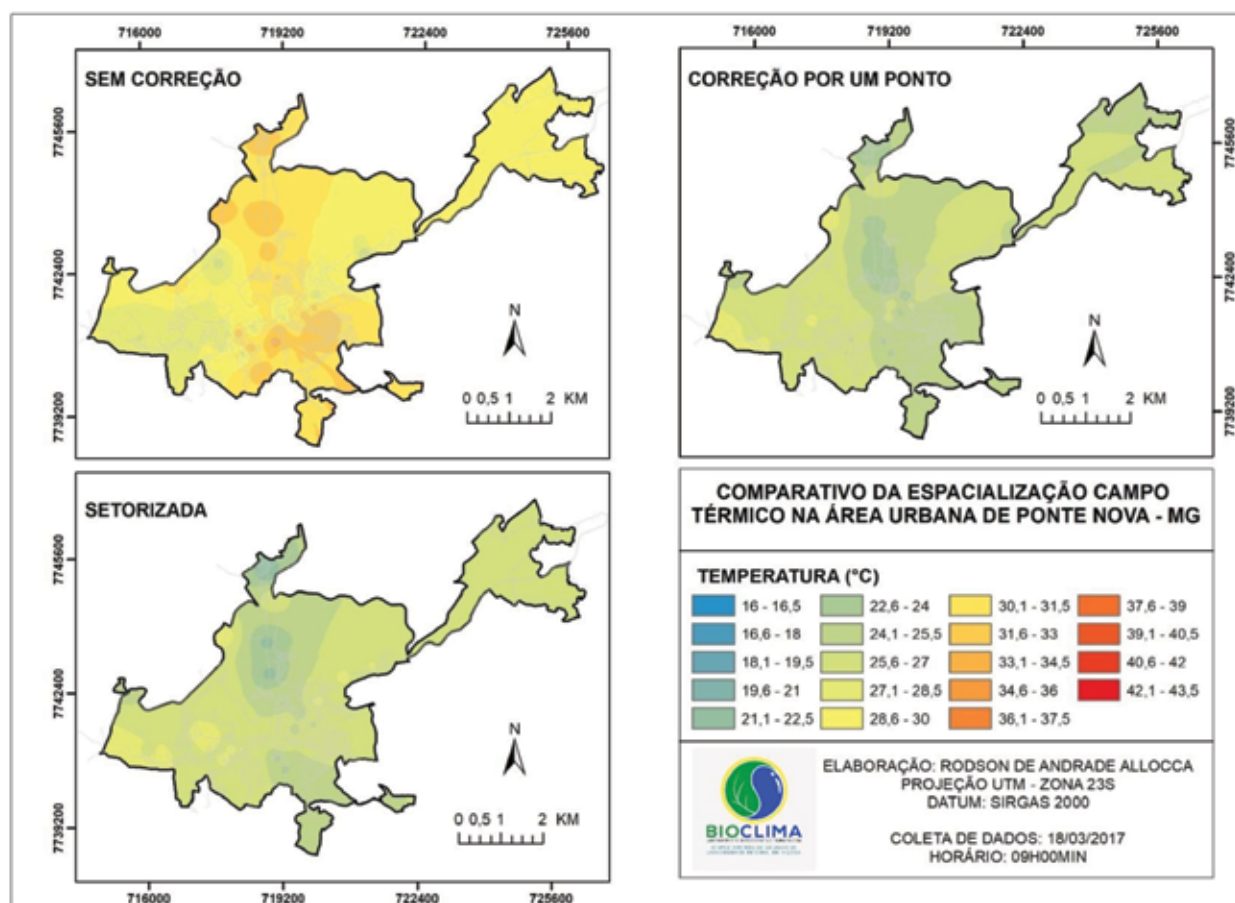


Fonte: Organizado pelos autores.

Considerando os mapeamentos elaborados a partir dos dados (Figura 7), quando os dados não foram submetidos a nenhuma correção, foi possível verificar que os núcleos de calor são mais perceptíveis no sentido norte-sul da mancha urbana. Com a utilização dos dados corrigidos, as áreas que apresentavam maiores valores térmicos passaram a apresentar temperaturas mais amenas. Neste sentido, é notada uma variação tanto na espacialização quanto na intensidade do campo térmico.

É importante ressaltar que na espacialização dos dados sem correção as temperaturas elevadas no eixo norte – sul da mancha urbana resultam de mensurações realizadas após mais de uma hora de defasagem em relação ao horário inicial da coleta. Tal fato, no comparativo com as espacializações dos dados corrigidos, sobretudo pela correção setorizada, indicam a necessidade do uso da correção dos dados para uma mensuração mais próxima da realidade térmica do ponto.

Figura 7: Espacialização do campo térmico



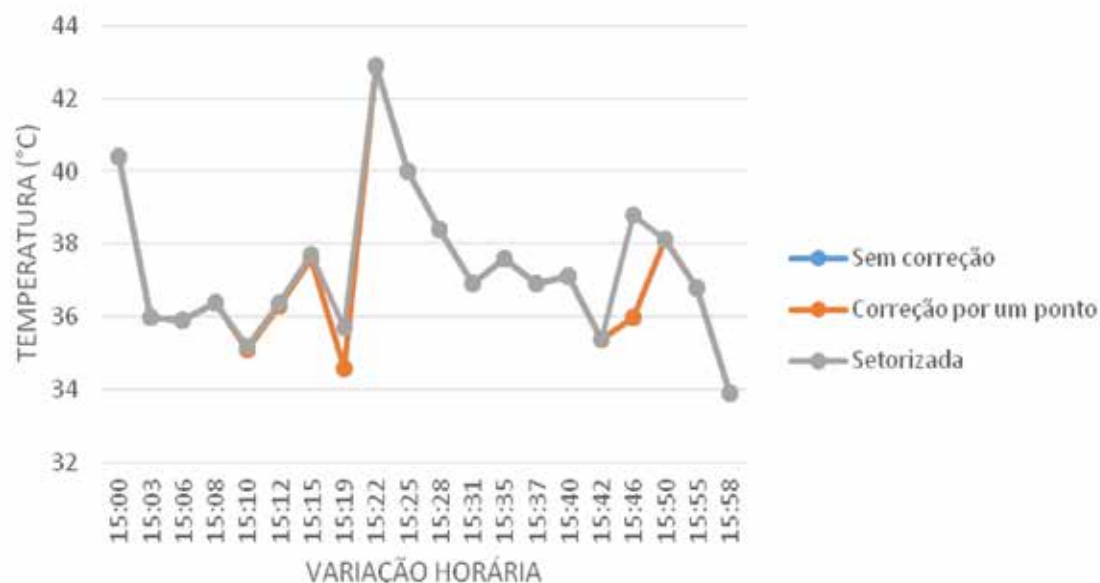
Fonte: Elaborado pelos autores.

TRANSECT REALIZADO NO PERÍODO DA TARDE (15H00MIN)

A duração da coleta no Trajeto 1 foi de 58min, já a duração da coleta no Trajeto 2 foi de 55min. O deslocamento entre o ponto final do Trajeto 1 e o ponto inicial do Trajeto 2 durou 17min, fazendo com que a coleta em todo o *transect* móvel totalizasse 2h10min.

Os valores dos dados de temperatura sem correção, corrigidos pelo ponto fixo não apresentaram diferenças, os valores foram os mesmos. Os dados corrigidos de forma setorizada não apresentaram, na maioria dos pontos de mensuração, grande variação em relação aos sem correção e aos corrigidos por um ponto. As exceções ocorreram às 15h19min, quando foi registrada a diferença de 1,1°C entre o dado sem correção/corrigido pelo ponto fixo e o dado corrigido de forma setorizada, e às 15h46min, registrando 2,8°C, quando o dado corrigido de forma setorizada apresentou maior aquecimento. Os dados sem correção e os corrigidos pelo ponto fixo não apresentaram nenhuma diferença (Figura 8).

Figura 8: Dados comparados de temperatura – Trajeto 1 (Tarde)



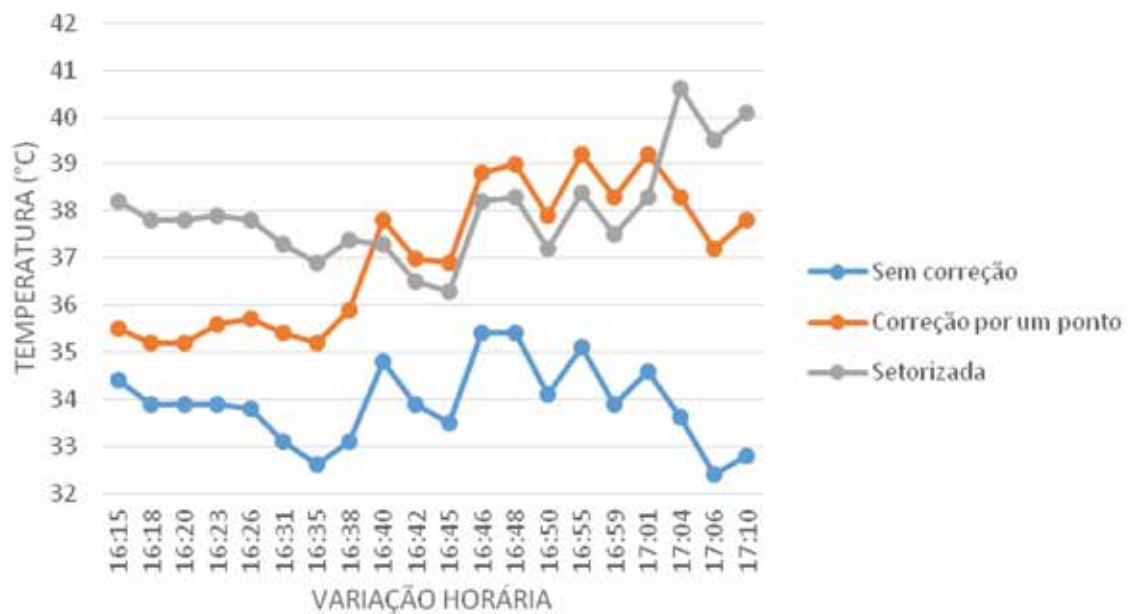
Fonte: Organizado pelos autores.

Na coleta realizada no Trajeto 2, iniciada às 16h15min, os valores dos dados sem correção apresentaram temperaturas mais amenas, indicando uma perda natural de energia no sistema. Entre 16h15min e 16h38min, os valores dos dados corrigidos de forma setorizada apresentaram temperaturas mais elevadas do que os dados corrigidos pelo ponto fixo e os dados sem correção. A diferença inicial registrada foi de 3,8°C no ponto 21 e passou a se elevar, atingindo às 16h35min um total de 4,3°C no ponto 27.

O comportamento dos dados mudou entre 16h40min e 17h01min, período em que os dados corrigidos pelo ponto fixo passaram a apresentar temperaturas mais elevadas. Os dados sem correção mantiveram-se mais baixos e os dados corrigidos de forma setorizada apresentaram valores intermediários. A maior diferença para o período foi registrada às 17h01min, totalizando 4,6°C entre o dado sem correção (mais ameno) e o dado corrigido pelo ponto fixo (mais aquecido).

Nos três últimos pontos de coleta do Trajeto 2 (Figura 9), registrados respectivamente às 17h04min, 17h06min e 17h10min, novamente os dados corrigidos de forma setorizada, apresentaram temperaturas mais elevadas. As diferenças registradas entre os dados sem correção e os corrigidos de forma setorizada foram de 7°C, 7,1°C e 7,3°C, respectivamente.

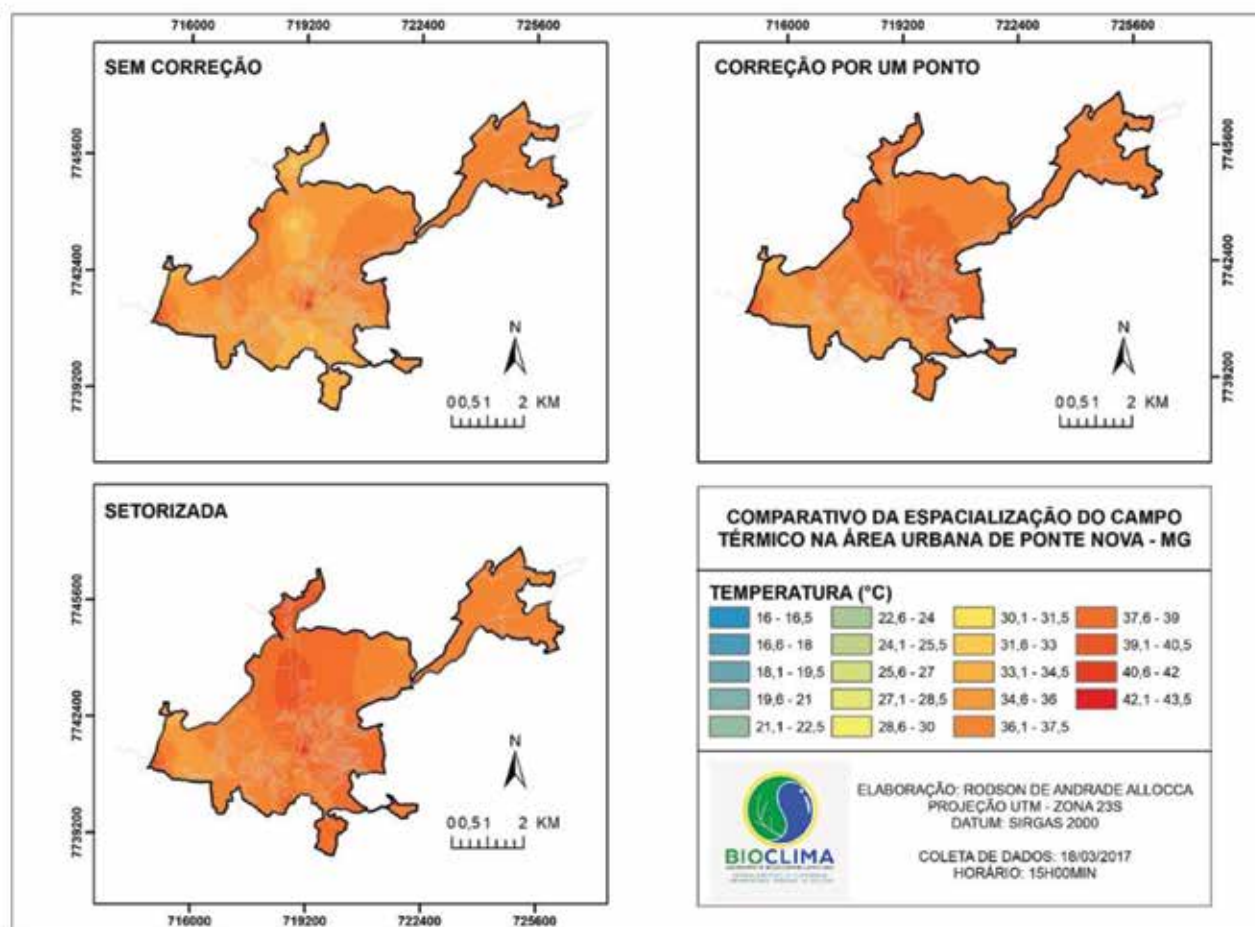
Figura 9: Dados comparados de temperatura – Tajeto 2 (Tarde)



Fonte: Organizado pelos autores.

Do mesmo modo que a espacialização dos dados mensurados às 09h00min apresentaram variações nos valores entre os dados sem nenhuma correção, os dados corrigidos pelo ponto fixo e os dados corrigidos de forma setorizada, a utilização dos dados mensurados às 15h00min também resultaram em diferentes comportamentos na espacialização do campo térmico, conforme pode-se visualizar na Figura 10.

Figura 10: Espacialização do campo térmico



Fonte: Elaborado pelos autores.

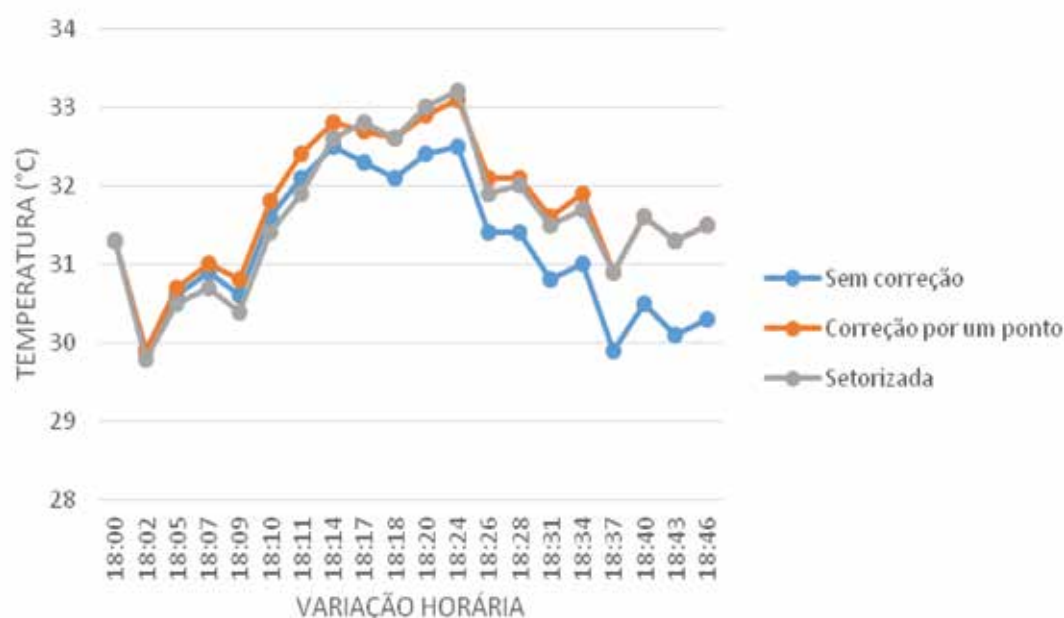
TRANSECT REALIZADO NO PERÍODO DA NOITE (18H00MIN)

A realização da coleta de dados no Trajeto 1 teve duração de 46min e a coleta no Trajeto 2 durou 01h02min. O tempo de deslocamento entre o final do Trajeto 1 e o início do Trajeto 2 foi de 16min, fazendo com que o total de tempo decorrido ao longo de todo *transect* móvel fosse de 2h00min. Nos primeiros pontos de coleta (1 a 10), os valores dos dados de temperatura sem correção, corrigidos pelo ponto fixo e corrigidos de forma setorizada, não apresentaram grande variação (Figura 11). O máximo registrado foi de 0,5°C no ponto 7, entre os dados sem correção e os dados corrigidos pelo ponto fixo, e no ponto 10, entre os dados sem correção, os dados corrigidos, tanto pelo ponto fixo quanto pelos setores.

Na sequência da coleta, os demais pontos apresentaram uma elevação gradual das diferenças. Os dados sem correção apresentaram valores de temperatura mais baixos, os dados corrigidos apresentaram valores semelhantes. A maior diferença entre os dados foi observada

no ponto 20, às 18h46min, entre os dados sem correção (temperaturas mais amenas) e os dados corrigidos (temperaturas mais elevadas), totalizando 1,2°C.

Figura 11: Dados comparados de temperatura – Trajeto 1 (Noite)



Fonte: Organizado pelos autores.

No Trajeto 2, é possível observar diferenças registradas em todos os pontos. De maneira geral, os dados sem correção apresentaram-se mais baixos. Os dados corrigidos de forma setorizada, em certos momentos, apresentaram valores intermediários, em outros, apresentaram valores mais elevados. Os dados registrados no primeiro ponto de coleta já apresentavam uma diferença de 1,6°C entre os dados sem correção e os dados corrigidos pelo ponto fixo. No ponto 28, a diferença inicial que era de 1,6°C já estava em 2,6°C entre os dados sem correção e os dados corrigidos pelo ponto fixo. Entre os pontos 29 e 37, as maiores diferenças foram entre os dados sem correção e os dados corrigidos de forma setorizada (Figura 12). A maior diferença registrada no *transect* móvel foi de 4,9°C, às 19h50min, entre os dados sem correção e os corrigidos de forma setorizada (ponto 37).

Nos últimos três pontos de coleta, os dados corrigidos de forma setorizada voltam a apresentar valores intermediários e as maiores diferenças foram de, respectivamente, 4,2°C, 4,3°C e 4,6°C, registradas entre os dados sem correção e os dados corrigidos pelo ponto fixo.

Figura 12: Dados comparados de temperatura – Trajeto 2 (Noite)

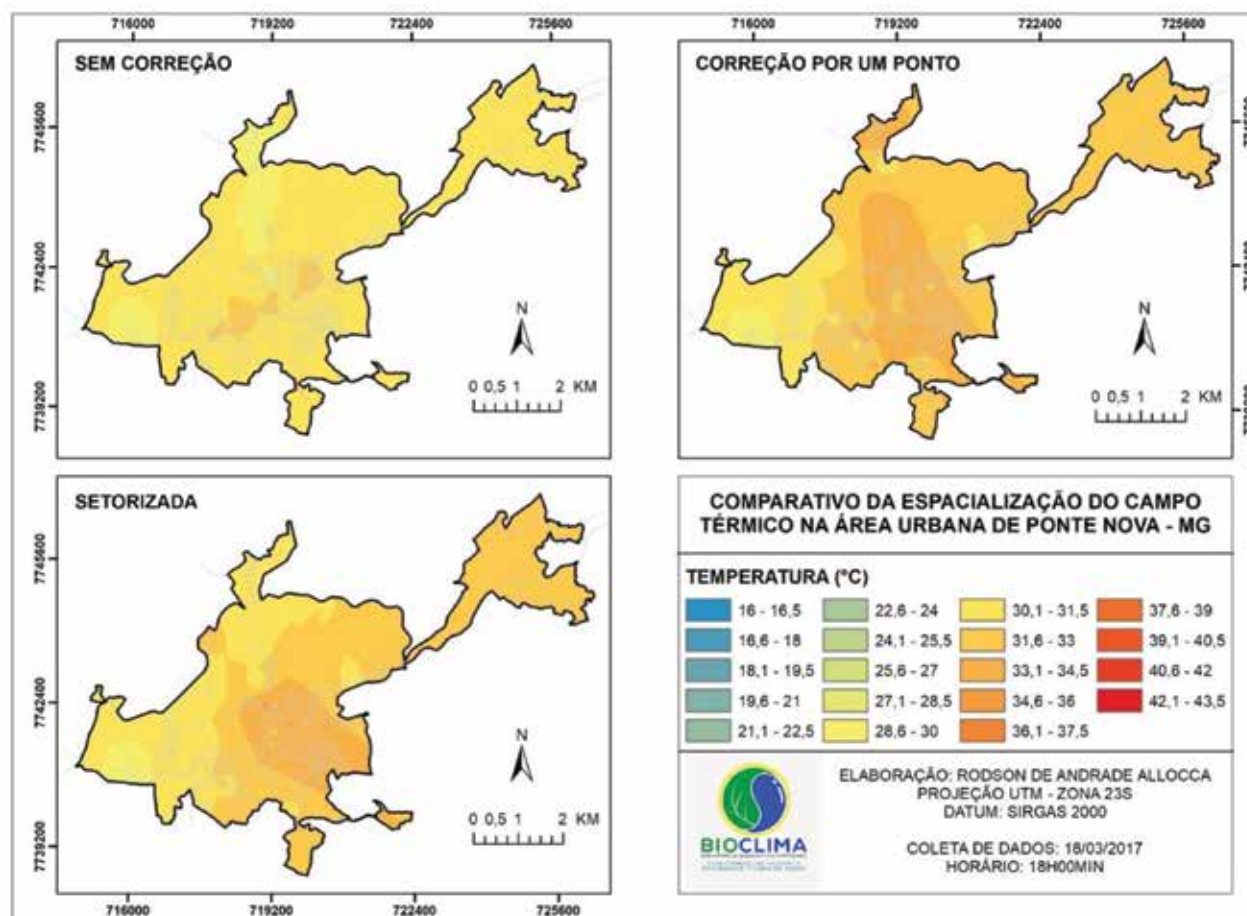


Fonte: Organizado pelos autores.

Foram encontradas diferenças na espacialização no comportamento do campo térmico (Figura 13). Ao se utilizar os dados sem correção é possível perceber a formação de um núcleo aquecido na mancha urbana ao longo de um eixo, aproximado, sudoeste – nordeste.

A espacialização dos dados corrigidos pelo ponto fixo apresentou uma variação na forma e tamanho do núcleo aquecido, que se pode perceber com maior intensidade ao longo do eixo sul – norte da mancha urbana com uma expansão no sentido sudeste.

Figura 13: Espacialização do campo térmico



Fonte: Elaborado pelos autores.

A resposta da espacialização dos dados corrigidos de forma setorizada apresentou um núcleo aquecido de menor proporção, quando comparado à espacialização dos dados corrigidos pelo ponto fixo, e concentração no setor central e sudeste da mancha urbana.

Tanto na espacialização dos dados corrigidos pelo ponto fixo quanto na espacialização dos dados corrigidos de forma setorizada, foi possível associar a ocorrência dos núcleos aquecidos nas áreas de maior densidade urbana, contudo a correção setorizada gerou um núcleo aquecido mais coincidente com a área de maior densidade construtiva. Já a espacialização dos dados corrigidos pelo ponto fixo expandiu a área do núcleo aquecido para locais onde a densidade urbana se apresenta menor, a saber, no sentido norte da mancha urbana.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.
- ALCOFORADO, M. J. Aplicação da climatologia ao planejamento urbano. Alguns apontamentos. *Finisterra*: Lisboa, v. 34, n. 67, p. 83-94, 1999. Disponível em <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2380331&orden=136546&info=link>>. Acesso em 3 fev. 2020.
- ALLOCCA, R. A. *Análise do campo térmico na área urbana de Ponte Nova, Minas Gerais*. 117f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais. 2018. Disponível em <http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFES_a2303d03638de5c7692335041c664446>. Acesso em 3 mar. 2020.
- ALLOCCA, R. A.; FIALHO, E. S. O campo térmico no perímetro urbano de Ponte Nova-MG (Zona da Mata Mineira), em situações sazonais de verão e Inverno, no ano de 2017. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, v. 24, n. 15, p. 300-329, 2019. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60753>>. Acesso em 3 fev. 2020
- ALVES, E. D. L. *Análise das influências geourbanas no clima urbano da cidade de Iporá – Goiás*. 166f. Tese (Doutorado em engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental e Área de Concentração em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. Disponível em <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-26082016-085246/en.php>>. Acesso em 2 abr. 2020.
- AMORIM, M. C. DE C. T.; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Estrutura térmica identificada por transectos móveis e canal termal do Landsat 7 em cidade tropical. *Revista de Geografia Norte Grande*, Santiago do Chile-CHL, n. 43, p. 65-80, 2009. Disponível em <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-34022009000200004&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 4 mar. 2020.
- ARAÚJO, K. C.; ANDRADE, C. S. P. Ilhas de calor em evidência na cidade de Teresina – PI. *Revista de Ciências Humanas*, Viçosa-MG, v. 15, n. 2, p. 434-451, jul./dez. 2015. Disponível em <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3091>>. Acesso em 3 abr. 2020.
- ASSIS, W. L. *O Sistema Clima Urbano do Município de Belo Horizonte da Perspectiva Têmporo-Espacial*. 2010. 299f. Tese (Doutorado de Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/MPBB-89XH5T>>. Acesso em 2 abr. 2020.

CORREA, W. S. C. *Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no município de Vitória – ES*. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais. 2014, Disponível em <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/3612>>. Acesso em 3 fev. 2020.

FIALHO, E. S. *Ilha de calor em cidade de pequeno porte: um caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira*. 248f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-22022010-154045/pt-br.php>> Acesso em 3 fev. 2020.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: FIALHO, E. S.; SILVA, C. A. (org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. Dourados-MS: UFGD, 2012, v. 1, p. 83-114. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/327890815_ESTUDOS_CLIMATICOS_EM_SITIOS_URBANOS_E_RURALS>. Acesso em 2 de jun. 2020.

FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J. Abrigos termo-higrométricos de policloreto de vinila. *Revista Entre-Lugar*, Dourados-MS, v. 8, n. 17, p. 164-188, 2017. Disponível em <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/8072/4832>>. Acesso em 20 mar. 2020.

FIALHO, E. S.; SANCHES, F. O.; ALVES, R. S.; PAULO, M. L. S. OLIVEIRA, W. D.; FERNANDES, L. A.; PRADO, L. B. Proximidades e contendas: Uma análise das diferenças entre parâmetros climáticos ao longo do transect Ponte Nova-Ubá, na Zona da Mata Mineira. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, v. 14, Especial – Dossiê Climatologia de Minas Gerais, p. 357-368, 2018. Disponível em <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/61747/37747>>. Acesso em 3 fev. 2020.

KEGLER, J. J. *O clima de cidades pequenas: configuração urbano – rural com o uso de transectos móveis em Agudo/RS*. 135 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2016. Disponível em <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9462>>. Acesso em 3 abr. 2020.

LANDSBERG, H. E. The Climate of Towns In: THOMAS, W. L. (org). *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. v. 2, p. 584 – 606, 1956.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro, Ed. FIBGE, 1989, 421 p. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81099.pdf>>. Acesso em 3 fev. 2020.

MADELIN, M.; BIGOT, S.; DUCHÉ, S.; ROME S. Intensité et délimitation de l'îlot de chaleur nocturne de surface sur l'agglomération parisienne. COLLOQUE DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CLIMATOLOGIE, *Anais...*, Sfax, Juillet 2017. Disponível em <<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02153329/document>>. Acesso em 3 abr. 2020.

MARTINEZ, J. M. Estudio de la isla de calor de la ciudad de Alicante. *Investigaciones Geográficas*. Alicante-ESP, n. 62, p. 83–99, 2014. Disponível em <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40931/3/Investigaciones_Geograficas_62_06.pdf>. Acesso em 2 abr. 2020

MENDONÇA, F. A. *O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para o estudo e sua aplicação à cidade de Londrina/ PR*. 381f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo. 1995.

OKE, T. R. *Boundary Layer Climates*. London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

OLIVEIRA, W. D. *O campo térmico do distrito de Carapina – Serra/ES: Estudo de caso em áreas litorâneas*. 200f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais. 2018. Disponível em <<http://repositorio.ufes.br/jspui/handle/10/10886>>. Acesso em 3 fev. 2020.

ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transecto campo-cidade no município de Viçosa-MG. *Revista de Ciências Humanas*, Viçosa-MG, v. 10, n. 1, p. 64-77, 2010. Disponível em <<http://www.cch.ufv.br/revista/pdfs/artigo4vol10-1.pdf>> Acesso em 3 abr. 2020

UGEDA JÚNIOR, J. C. *Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP*. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2012 383f. Disponível em <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101422>>. Acesso em 3 fev. 2020.

OS CAMPOS TÉRMICOS NA CIDADE DE PEQUENO PORTE, ALVINÓPOLIS-MG: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E EPISÓDIOS DE INVERNO DE 2018

RAFAEL DE SOUZA ALVES

CÁSSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte da pesquisa de mestrado desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, na Universidade Federal de Juiz de Fora, na seara dos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte, pelo viés do campo térmico (ALVES, 2019).

A escolha pela análise do campo térmico decorre das implicações termodinâmicas repercutiram decisivamente nos demais aspectos do clima urbano, como o Físico-Químico e o Hidrometeorológico, por isso, sendo mais urgente num primeiro momento, conforme explica Monteiro (1990a; 1990b). O calor, ao lado da ventilação e da umidade, coloca-se como insumo principal do clima urbano, encarado na perspectiva sistêmica (MONTEIRO, 2003).

Dessa forma, o campo térmico de Alvinópolis é merecedor de investigação por ser um dos elementos constituintes do clima e componente da qualidade ambiental da cidade, bem como, produto de uma coparticipação entre homem e natureza.

Mesmo que Alvinópolis não tenha apresentado nos últimos anos indícios de acelerado crescimento horizontal e vertical (o que poderia advertir o despontar de uma cidade de médio ou grande porte num futuro próximo, e as questões ambientais que normalmente lhes cercam), que não possua grandes complexos industriais e larga frota de veículos (capazes de incrementar fluxos, poluentes e calor na atmosfera urbana em proporções alarmantes), o presente trabalho se faz necessário por dar início à compreensão de possíveis derivações térmicas locais produzidas pelo homem na referida área de estudo, sem precedentes de pesquisa desta natureza.

Ao plano do estado da arte, este trabalho se justifica pelo parco conhecimento das características do clima urbano em cidades de pequeno porte (ALVES, 2017). Logo, busca contribuir para sanar este hiato ao publicizar os primeiros registros térmicos feitos na área de estudo, inserido em um contexto recente de aumento de pesquisas deste caráter nos pequenos e médios espaços urbanos, como observa Allocca (2018).

Tem-se a hipótese que as temperaturas do ar no interior da malha urbana de Alvinópolis são singulares em relação às obtidas no campo, bem como apresentam diferenças na escala intraurbana. Isso, em decorrência de fatores geoambientais – ligados ao sítio (altitudes, modelado do relevo, radiação solar, vegetação secundária, cursos d'água) – e fatores geourbanos – ligados ao uso e ocupação da terra –, que são heterogêneos no espaço e se interpenetram proporcionando singularidades térmicas do ar.

Em um primeiro momento, este escrito assume o propósito de avaliar o potencial térmico da área relativa a malha urbana da cidade de Alvinópolis, mediante a integração dos fatores geoambientais e geourbanos, em ambiente computacional. Num segundo momento, buscar-se-á analisar a conformação espacial da temperatura do ar, com propósito de verificar variações térmicas do ar entre o campo e a cidade, bem como entre locais no interior da cidade, na estação de inverno, em episódios do mês de julho de 2018, através de registros por *transectos* móveis intermitentes. Ainda, conferir a possibilidade de ocorrência da ilha de calor atmosférica.

ÁREA DE ESTUDO

Alvinópolis localiza-se na região Sudeste do Brasil, na borda leste da mesorregião Metropolitana do estado de Minas Gerais (Figura 1). A vegetação predominante é a de Mata Atlântica (IBGE, 2017), que assim como em outras áreas de sua abrangência natural a maior parte foi substituída por pastagens, lavouras e edificações, restando pequenos fragmentos secundários nos topos dos morros. Situa-se morfologicamente no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros Florestados (AB'SABER, 2003). Sendo assim, apresenta relevo dissecado pela ação fluvial, constituído por um conjunto de morros de topos predominantemente arredondados e vales onde se encaixam os cursos d'água.

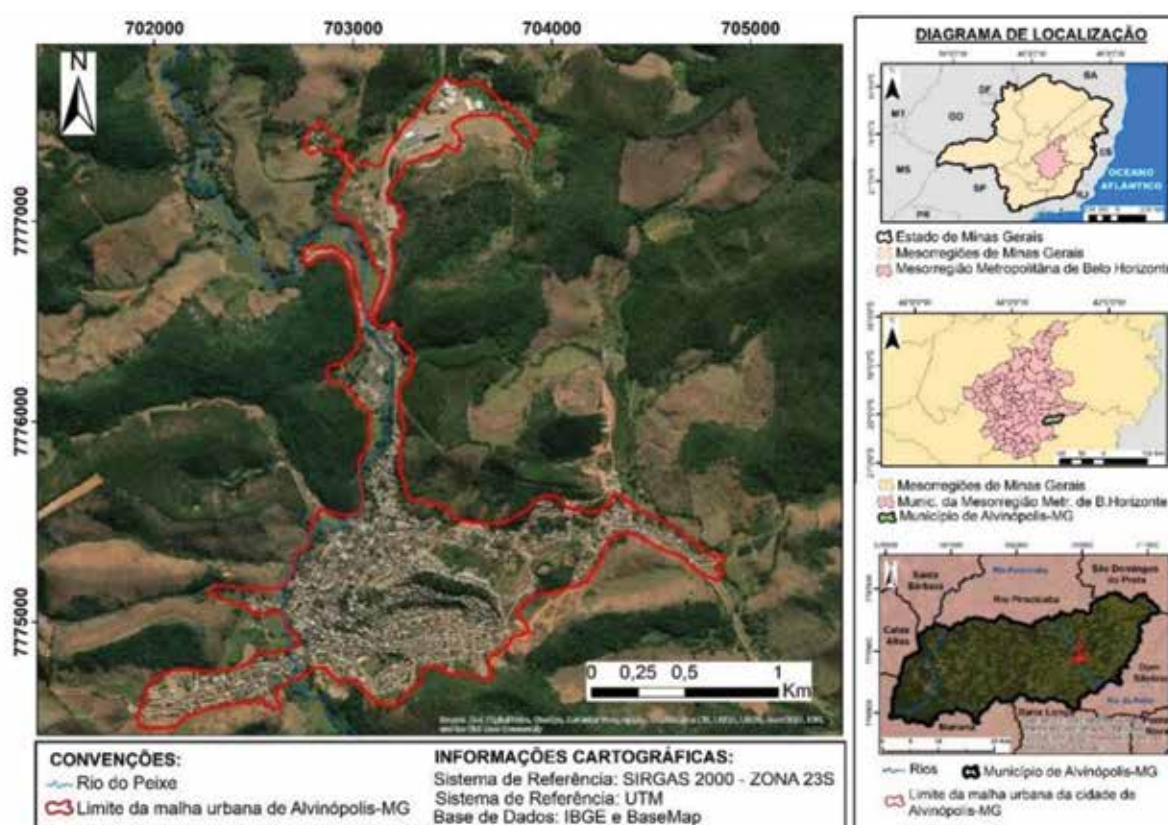
Alvinópolis está localizado na cabeceira da bacia hidrográfica do rio do Peixe, que compõe uma das cabeceiras da bacia hidrográfica do Rio Doce (DRUMOND, 2008). O curso d'água do rio do Peixe configura-se como o nível de base local da área de estudo, perpassando-a no sentido preferencial norte-sul (Figura 1), vulnerável às ações de degradação ambiental, como despejo de esgoto e processos de assoreamento alavancados por ações antrópicas.

No que diz respeito ao clima, Alvinópolis encontra-se numa área de transição climática, submetido a sistemas atmosféricos produtores de tempo tropicais e polares; traço típico do Sudeste

do Brasil (SANT'ANNA NETO, 2005). Conta com duas estações do ano bem definidas, o verão caracterizado por altas temperaturas e maiores totais pluviométricos e o inverno por menores temperaturas e totais pluviométricos.

A malha urbana permite estimar a dimensão espacial da cidade. É admitida “[...] pelo sistema viário, pelo padrão do parcelamento do solo, pela aglomeração e pelo isolamento das edificações assim como pelos espaços livres”.

Figura 1: Localização Geográfica da cidade de Alvinópolis-MG



Fonte: Elaborado pelos autores.

Exprime o arranjo espacial das edificações, traçado das ruas, das quadras, dos lotes, existência de praças e de demais estruturas (REGO; MENEGUETTI, 2011, p. 125). Partindo deste preceito, a cidade de Alvinópolis possui uma malha urbana de aproximadamente 2km² de área (cerca de 199,4ha) e 16,9km de perímetro. A expansão de sua estrutura edificada vem ocorrendo, sobretudo, na porção norte da mesma, sem o devido planejamento (Figura 1).

Com base nos apontamentos de Fialho (2009) acerca da classificação do tamanho das cidades brasileiras para fins de estudos de clima urbano, Alvinópolis é considerada uma cidade de pequeno porte, pois conta com uma população de 15.261 habitantes, sendo 11.433 residentes na área urbana (IBGE, 2019).

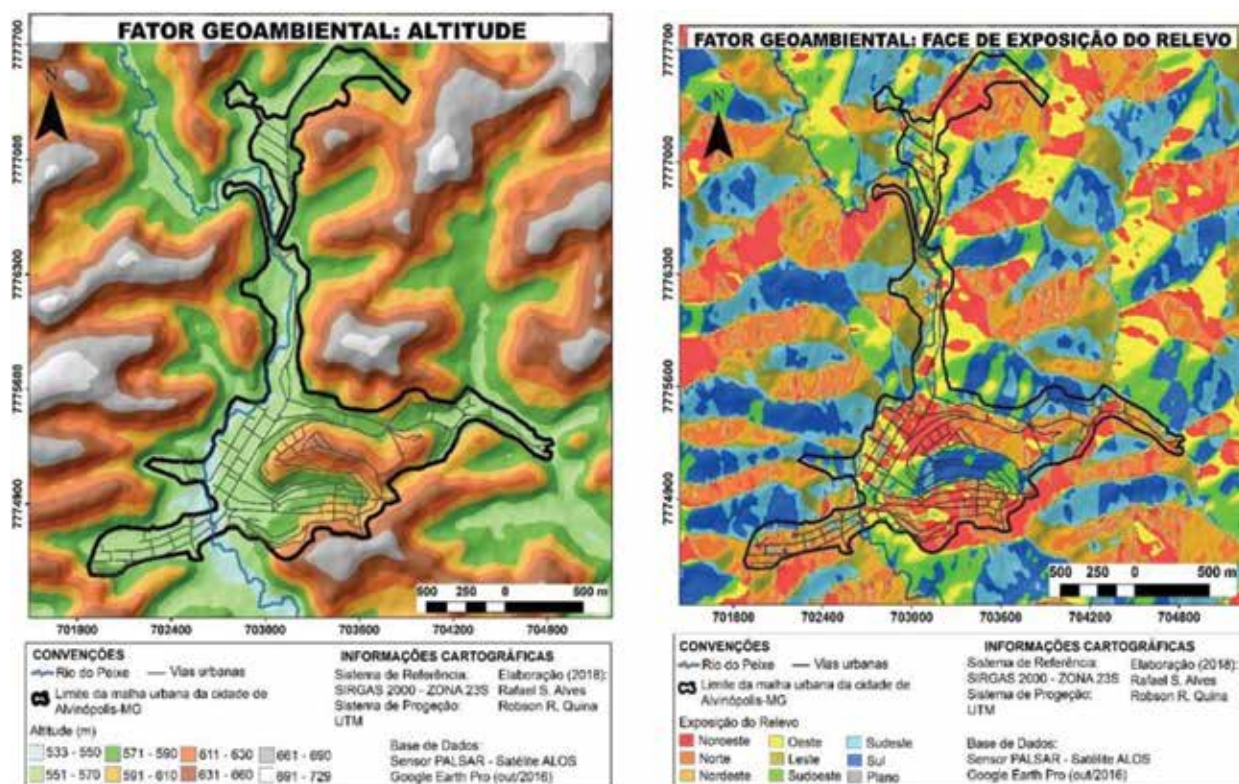
Tanto na área central da cidade quanto nos bairros adjacentes é raro a presença de árvores, sendo o verde mais presente nas praças, nos quintais das propriedades e espaços intraurbanos desocupados.

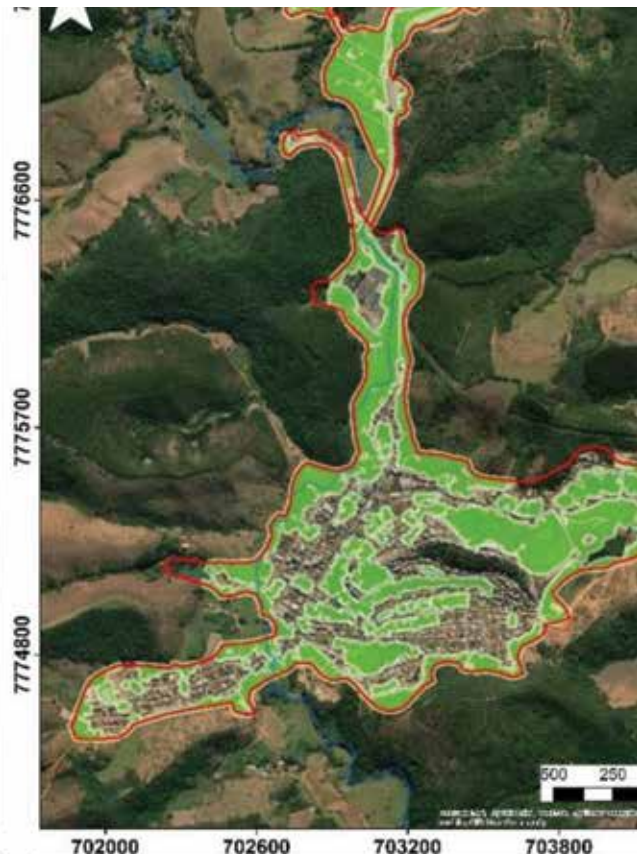
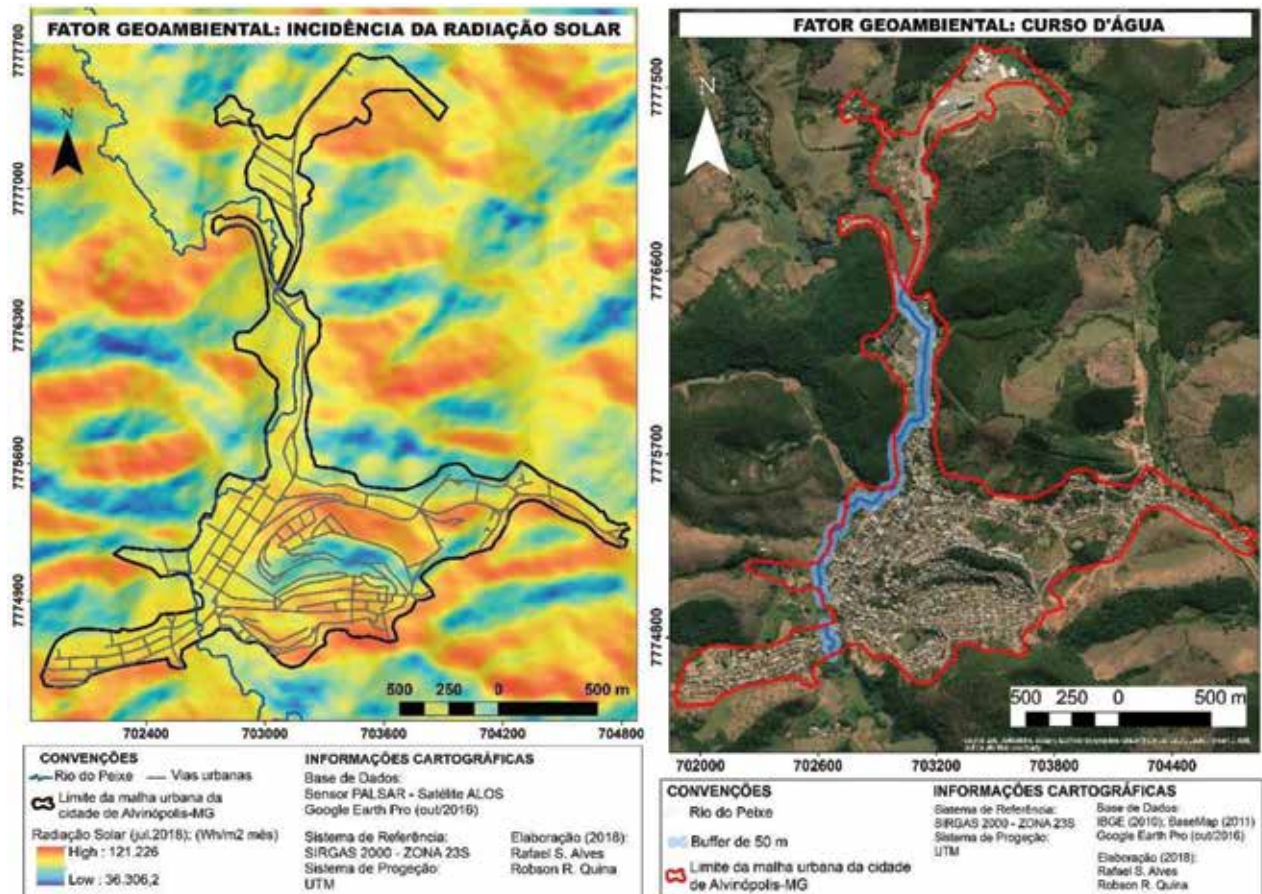
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

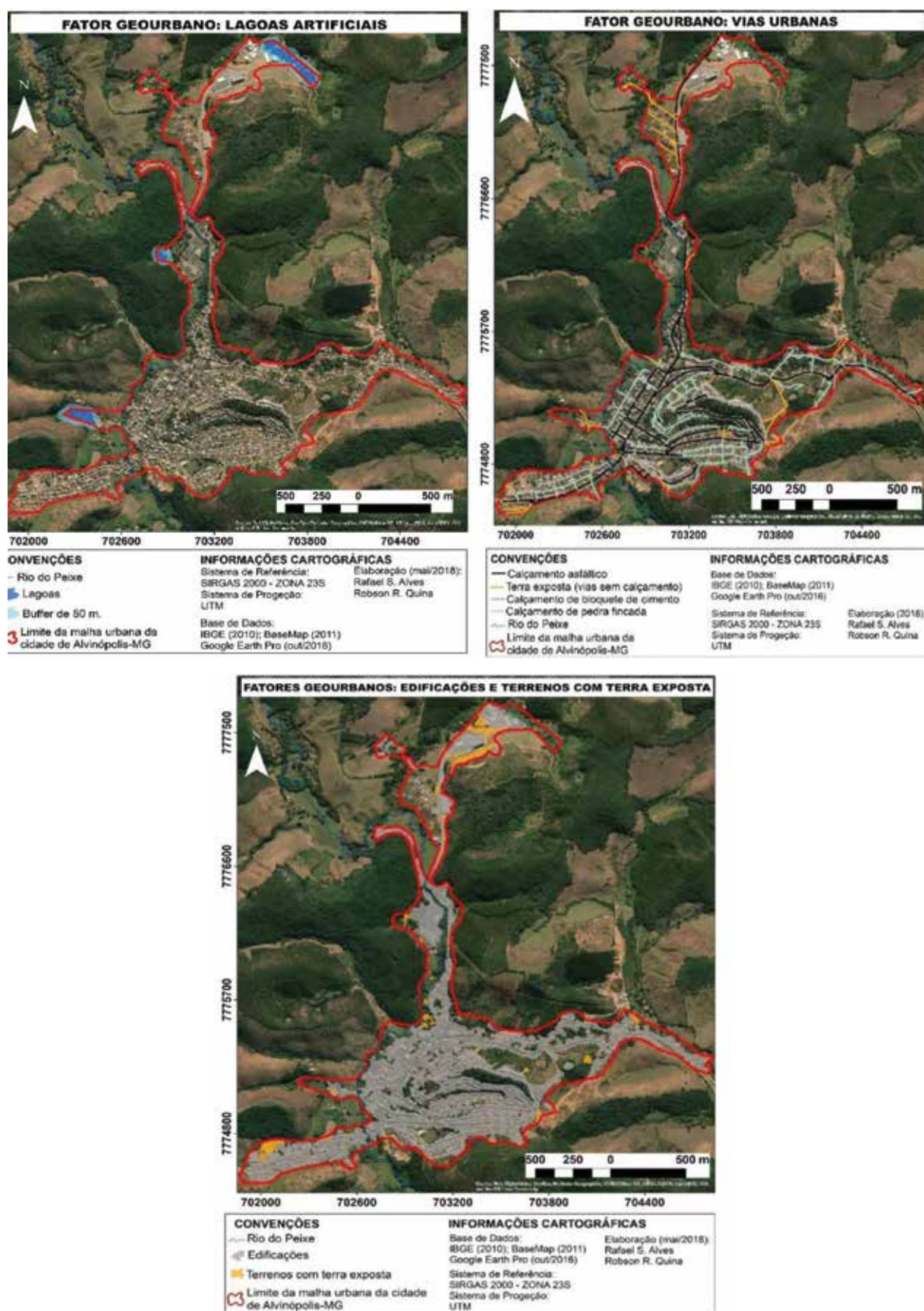
Para avaliar o potencial térmico da área relativa à malha urbana de Alvinópolis foram confeccionados – e analisados comparativamente – dois mapas referentes a tal, um obtido a partir da integração dos fatores geoambientais e outro obtido a partir da integração dos fatores geoambientais e geourbanos. O propósito foi analisar em que medida os fatores geourbanos anunciam modificações no potencial térmico da área em destaque, segundo as notas atribuídas a cada classe dos planos de informação dos fatores geoambientais e geourbanos (Figura 2 e Quadro 1). Trata-se de um prognóstico, com base na metodologia proposta por Ferreira (2014).

Os mapas de potencial térmico foram elaborados valendo-se do Geoprocessamento, com uso da Análise Multicritério e da técnica da Combinação Linear Ponderada (MOREIRA *et al.*, 2001; CEREDA JUNIOR, 2011). Não expressam valores de temperatura do ar, e sim áreas cuja integração dos fatores intervenientes no campo térmico lhes tornam mais favoráveis à ocorrência de um ambiente mais quente ou menos quente (FERREIRA, 2014). Para fazê-los, foram gerados produtos cartográficos básicos (Figura 2), que também subsidiaram a análise dos resultados.

Figura 2: Produtos cartográficos básicos







Fonte: Alves (2019, p. 106-110).

Quadro 1: Notas atribuídas às classes dos planos de informações

FATORES GEOAMBIENTAIS					
ALTITUDES (m)		RADIAÇÃO SOLAR (wh/m²)		CURSO D'ÁGUA	
Classes	Notas	Classes	Notas	Classes	Notas
625 - 646 605 - 624 585 - 604 565 - 584 544 - 564	1	105.486 - 119.189	5	Água	1
	2	91.782 - 105.485	4	3	
	3	78.077 - 91.781	3		
	4	64.374 - 78.088	2		
	5	50.669 - 64.373	1		
			Buffer de 50m.		
FRAGMENTOS VEGETAIS			FACE DE EXPOSIÇÃO DAS VERTENTES		
Classes	Notas		Classes	Notas (respectivamente)	
Mata secundária	1		N; W; E; S	4; 3; 2; 1	
Buffer de 50m.	3		NW; NE; SW; SE; PLANO	5; 3; 2; 1; 2	
FATORES GEOURBANOS					
Classes			Notas (respectivamente)		
Calçamento asfáltico, de bloquete de cimento e de pedra fincada			5, 3 e 2		
Edificações e Terra Exposta (vias e terrenos)			4		
Áreas verdes e Lagos/Lagoas artificiais			1 (Buffer de 25m. = 3) e 1 (Buffer de 50m. = 3)		

Fonte: Alves (2019, p. 111).

Os mapas de altitude, face de exposição do relevo, incidência da radiação solar ao longo do mês de julho de 2018 foram gerados partir de imagens do ano de 2010 do sensor PALSAR a bordo do satélite ALOS, de 12,5m de resolução espacial. Os mapas de uso e ocupação da terra foram gerados a partir da edição de suas feições, identificadas visualmente sobre uma imagem do Google Earth Pro do ano de 2016, na escala de 1:3.500. Todos os mapas e as operações necessárias à construção deles se deram no *software* ArcGis, versão 10.1.

Como apresentado (Quadro 1), foi atribuído notas às classes dos planos de informação acima destacados para poder integrá-los e dar origem aos mapas de potencial térmico. Quanto maior a nota atribuída a uma classe, maior o seu potencial de aquecimento. A atribuição das mesmas foi com base em Geiger (1961), Ugeda Junior (2012), Barry e Chorley (2013), Ferreira (2014) e incursões a campo para verificar a temperatura de superfície dos tipos de pavimentos das vias, com uso de uma câmera térmica pontual Flir TG-167 (ALVES, 2019, p. 113-114).

Os registros da temperatura do ar se deram através da técnica do transecto móvel intermitente, partindo do campo em direção à cidade. Sempre em condição de calmaria, para melhor evidenciar as particularidades térmicas dos ambientes, como recomendam Monteiro (1990b) e Porangaba *et al.* (2017), inclusive, em atenção a esta técnica de registro adotada.

Foram utilizados três termômetros de mercúrio da marca Incoterm, devido à sensibilidade que encerram e o rápido ajuste térmico ao ar circundante (ASSIS *et al.*, 2016). Os mesmos foram

envolvidos por um abrigo de isopor perfurado, necessário para evitar a demasiada incidência da radiação solar diretamente sobre eles. Um termômetro foi destinado à coleta de dados no ponto fixo e dois à coleta de dados por transectos móveis intermitentes, com uso de dois veículos equipados com suporte (Figura 3).

O termômetro no ponto fixo foi posto a 1,5 metros de altura do chão, com uso de um suporte de canos de PVC de cor branca, afastado de sombras. Suas leituras ocorreram ao início e fim de cada transecto móvel, para verificar a variação da temperatura neste intervalo de tempo, como recomendado por Porangaba *et al.* (2017). As mesmas foram utilizadas para realizar a “correção de simultaneidade” (HASENACK; BECKE, 1985) discutida a seguir.

Figura 3: Abrigos de isopor para os termômetros de mercúrio e utilização nos veículos, respectivamente



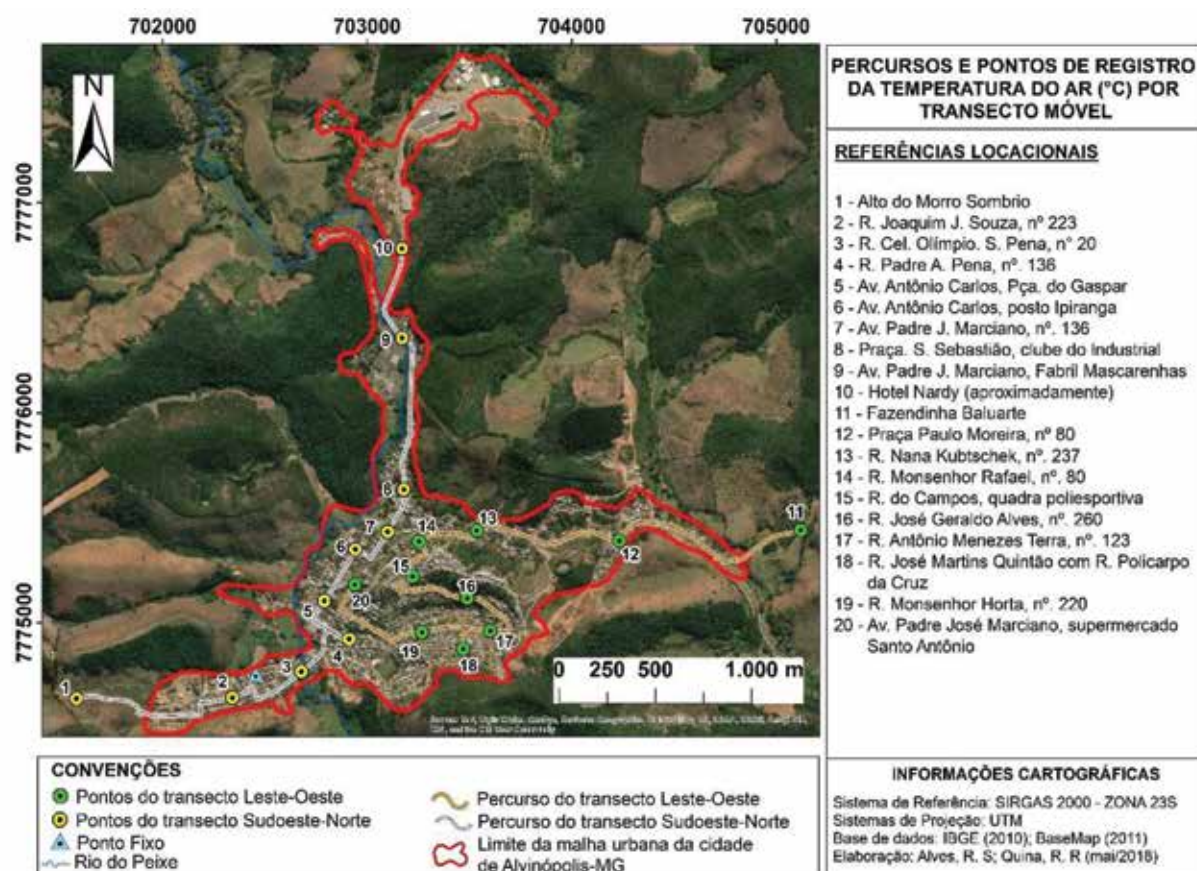
Fonte: Alves (2019, p. 123 e 130).

As medições por transectos móveis intermitentes ocorreram ao longo de dois percursos (sudoeste-norte e leste-oeste), totalizando 20 pontos amostrais, sendo dois situados no campo (P1 e P11) e 18 no interior da malha urbana (Figura 4 e Quadro 2). A escolha dos pontos de registros no interior da malha urbana foi guiada pelos critérios: (a) morfologia; (b) contemplação das diferenças topográficas; (c) dinamismo e funções; (d) realidades socioeconômicas; (e) sentido de circulação das vias urbanas.

Para percorrer os transectos sudoeste-norte e leste-oeste e obter a temperatura do ar, foram utilizados dois Fuscas equipados com um suporte – conforme sinalizado anteriormente –, que possibilitou colocar os termômetros a 1,5 metros de altura do chão e de distância em relação ao capô. Vale ressaltar que o Fusca é um veículo de motor traseiro, o que minimiza a interferência do calor do seu funcionamento nos registros de temperatura do ar (Figura 3).

A leitura dos termômetros em cada ponto amostral ocorreu após 2 minutos do veículo parar (distante a no mínimo 1,5 metros de objetos do entorno); o suficiente para a estabilização da coluna de mercúrio. Foram tomados os devidos cuidados para evitar o erro de paralaxe.

Figura 4: Percursos e espacialização dos pontos de registro da temperatura do ar



Fonte: Alves (2019, p. 125).

O tempo para percorrer os transectos sudoeste-norte e leste-oeste (Figura 4), bem como realizar as leituras, foi em média 43 minutos, com os veículos trafegando entre 15 e 20 km/h.

As medições ocorreram nos dias 23 e 24 de julho, às 09, 15 e 21 horas. Após serem coletados, os dados de temperatura do ar foram submetidos à “correção de simultaneidade”, já empregada por Fialho (2009) em Viçosa-MG, Martínez (2014) em Alicante na Espanha e Allocca (2018) em Ponte Nova-MG. Ela visa minimizar as diferenças térmicas entre os pontos amostrais causadas pela variação natural da temperatura do ar no decorrer das horas.

A correção de simultaneidade consiste em calcular a variação da temperatura do ar por minuto, segundo os valores obtidos no ponto fixo no início e fim de cada transecto móvel. Em seguida, tal variação deve ser multiplicada pela defasagem de tempo do ponto amostral em relação ao primeiro ponto do *transect*. Por fim, o valor encontrado (em °C) deve ser subtraído (caso o ponto fixo tenha registrado aumento da temperatura no decorrer das horas) ou somado (caso o ponto fixo tenha registrado diminuição da temperatura no decorrer das horas) daquele obtido em campo no ponto amostral em questão (Quadro 3).

Quadro 2: Características gerais e ilustração dos pontos de registro por transecto móvel intermitente

TRANSECTO SUDOESTE-NORTE (3,96Km)			
DESCRIÇÃO	IMAGEM	DESCRIÇÃO	IMAGEM
P1 – 618 metros de altitude – Campo Estrada de terra numa meia encosta. Áreas de pastagem ao entorno. Topos dos morros aos redores com resquícios de mata secundária. Distante a 0,5km da malha urbana.		P2 – 572 metros de Altitude – Cidade Calçamento de pedra fincada numa área de uso residencial. Edificações de um e dois andares, em um terraço. Não é arborizada e tem pouco fluxo de veículos e pessoas	
P3 – 556 metros de altitude – Cidade Rua asfaltada. Área residencial, edificações de um e dois andares, sobre o leito maior do Rio do Peixe. Fluxo médio de veículos e pessoas		P4 – 568 metros de altitude – Cidade Calçamento de pedra, não arborizada. Área de uso residencial. Edificações de um a dois andares e baixo fluxo de pessoas e veículos.	
P5 – 564 metros de altitude – Cidade Av. asfaltada numa área arborizada devido à praça. Edificações de um e três andares. Uso comercial e residencial, maior fluxo de pessoas e veículos. Área aberta, em um terraço.		P6 – 566 metros de altitude – Cidade Av. asfaltada e não arborizada. Edificações entre um e três andares. Uso comercial e residencial, com grande fluxo de pessoas e veículos. Topografia aplainada, em um terraço	
P7 – 570 metros de altitude – Cidade Av. asfaltada e não arborizada. Uso comercial e residencial. Edificações entre dois e quatro andares. Intenso fluxo de pessoas e veículos.		P8 – 568 metros de altitude - Cidade Área arborizada pela presença da praça. Edificações de um e três andares. Uso residencial e comercial. Situa-se em um terraço. Encosta íngreme à direita com cobertura herbácea.	
P9 – 565 metros de altitude – Cidade Av. asfaltada, numa área de baixa densidade de edificações. Uso industrial e residencial. À esquerda encontra-se a indústria de tecelagem Fabril Mascarenhas. Áreas verdes nos resquícios de mata secundária nos morros aos redores. Fluxo médio de veículos e pessoas, exceto nas trocas de turnos da fábrica.		P10 – 581 metros de altitude - Cidade Área de menor número de edificações em um dos eixos de expansão econômica e urbana da cidade, polarizado pela indústria de cosméticos Bioextratus e pela Fabril Mascarenhas. Situa-se em um terraço majoritariamente loteado e com edificações espaçadas.	
TRANSECTO LESTE-OESTE (4,26 Km)			
P11 – 584 metros de altitude – Campo Estrada de terra batida. Rodeado por áreas de pastagem e pequenas lavouras de eucalipto. Distante a cerca de 0,48km da malha urbana.		P12 – 585 metros de altitude – Cidade Calçamento asfáltico. Uso residencial, com edificações de um e dois andares. Fundo de vale de disposição leste-oeste. Áreas verdes nos quintais das casas e na pequena praça.	
P13 – 597 metros de altitude – Cidade Calçamento de pedra fincada. Fundo de vale de disposição leste-oeste. Uso residencial e edificações com um e dois andares. Baixo fluxo de veículos e pessoas. Pequenas áreas verdes nos quintais das casas.		P14 – 611 metros de altitude - Cidade Calçamento de pedra fincada em um corte longitudinal em uma encosta íngreme, voltada para noroeste. Casas de um e dois andares. Áreas verdes em terrenos ainda não construídos e quintais das casas.	
P15 – 625 metros de altitude – Cidade Calçamento de pedra fincada e áreas de terra exposta. Topo do morro, com edificações de um e dois andares, de menor valor comercial e uso residencial. Recebe radiação solar desde as primeiras horas da manhã, não sendo sombreado por morros ao redor.		P16 – 613 metros de altitude - Cidade Calçamento asfáltico. Encosta íngreme (oposta a P11) na microbacia do “Asilo”, de disposição leste-oeste. Maior densidade ocupacional. Edificações de menor valor comercial, de um a dois andares. Recebe radiação solar ao nascer do Sol. Fragmentos mata secundária ao entorno.	
P17 – metros de altitude – Cidade Rua asfaltada numa área de uso residencial. Edificações de um e dois andares. Fundo do vale da microbacia do “Asilo”. Alta densidade ocupacional. Áreas verde nos quintais de algumas casas. Possibilidade de somreamento por edificações e morros do entorno.		P18 – 616 metros de altitude - Cidade Calçamento de pedra. Uso residencial, com edificações de um a dois pavimentos. Vertentes norte e íngreme da microbacia do Asilo (face oposta a P16). Imóveis de menor valor comercial. Maior densidade ocupacional.	

P19 – 586 metros de altitude – Cidade Último ponto da microbacia do “Asilo”. Rua asfaltada, edificações de um e dois andares, uso residencial. Fundo do vale de disposição leste-oeste. Áreas verdes nos quintais das casas. Possibilidades de sombreamento por morros e edificações.		P20 – 557 metros de altitude - Cidade Principal avenida da cidade, asfaltada, de maior fluxo de pessoas e veículos. Uso comercial e residencial, edificações de um a quatro andares na maioria. Possibilidade de sombreamento por edificações e morros. Áreas verdes apenas nos quintais de certas residências e na Praça do Gaspar a 200 metros de distância.	
PONTO FIXO – 565 metros de altitude - Cidade Rua Ruth Lima de Souza, bairro Souza, em frente à casa de nº 139. Não arborizada. Calçamento de bloquete de cimento, numa área de terraço. Uso residencial, edificações de um e dois andares na maioria. Pouco fluxo de pessoas e veículos.			

Fonte: Alves (2019, p. 126).

Quadro 3: Exemplo da correção de simultaneidade

PONTO FIXO					
22:00h = 25,6°C		23:00h = 23,2°C		Δ °C/min = 0,04°C de diminuição	
TRANSECTO MÓVEL					
PONTO	HORAS	T (°C)	DEFASAGEM EM RELAÇÃO A P1	EQUAÇÃO DE SIMULTANEIDADE	TEMP. (°C) CORRIGIDA
P1	22:00	24,0	0 min.		24,0
P7	22:26	23,2	26 min.	P7 = 23,2 + (26 x 0,04°C)	24,2

Fonte: Alves (2019, p. 132).

É preciso considerar que a correção de simultaneidade possui limitações matemáticas. Como destaca Martínez (2014), a temperatura do ar como uma variável meteorológica não é linear no tempo e no espaço, podendo sofrer mudanças abruptas e brandas ao longo das horas. E estas, não são contempladas no procedimento.

A não correção dos dados, entretanto, pode levar a uma equivocada identificação da ilha de calor, sobretudo a de fraca magnitude, uma vez que as diferenças térmicas entre os pontos amostrais podem ser produto da variação natural da temperatura do ar no decorrer das horas, e não dos fatores antrópicos produtores de anomalias térmicas. Sendo assim, de acordo com Martínez (2014), a aplicação do procedimento seria a alternativa apropriada (“lógica”, em suas palavras) para compreender o comportamento da atmosfera nos estudos de clima urbano que se valem da técnica do transect móvel.

Com a adoção do procedimento em voga não há a pretensão de converter a técnica do transecto móvel em ponto fixo, antes sim lapidar os dados no propósito de uma análise fecunda do campo térmico, tendo a clareza das limitações deste procedimento.

A espacialização da temperatura do ar foi feita no *software* Surfer 10, com emprego da *Krigagem* para a interpolação dos dados, de uso recorrente em trabalhos de Climatologia (PORANGABA *et al.*, 2017). Ademais, a escolha da *Krigagem* foi também entusiasmada pelo estudo de Alves *et al.* (2012), que demonstrou suas potencialidades ao compará-lo com outros interpoladores existentes no *software* Surfer 10.

Para a análise do campo térmico através dos dados de temperatura do ar, inicialmente foi feita uma explanação das condições atmosféricas na área de estudo e das características sinóticas regionais nos dias de registro do parâmetro, com auxílio das cartas sinóticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil (CHM, 2019) às 12HMG.

No que tange à observação da ilha de calor, aplicou-se o conceito ao identificar que a disparidade térmica (caso existente) foi propiciada por razões antrópicas, e não meramente por razões de ordem natural. Ao identificar que a diferença térmica positiva foi devido a fatores naturais fez-se o emprego da categoria de análise núcleo de calor (FIALHO, 2009; 2012a e 2012b).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O CAMPO TÉRMICO EM ALVINÓPOLIS-MG A PARTIR DO POTENCIAL TÉRMICO DOS FATORES GEOAMBIENTAIS E GEOURBANOS: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Os fatores geoambientais ao serem integrados demonstram que a maior parte da área analisada (70,1%) possui potencial térmico médio (3). Nenhum local conta com potencial muito alto (5) e poucas são as manifestações do potencial térmico muito baixo (1), apenas 1,8%. Sendo assim, o prognóstico é de não haver grandes contrastes de ambientes muito favoráveis à ocorrência de menores temperaturas do ar e à ocorrência de maiores temperaturas do ar, em um cenário livre da interveniência dos fatores geourbanos (Figura 5¹ e Quadro 4).

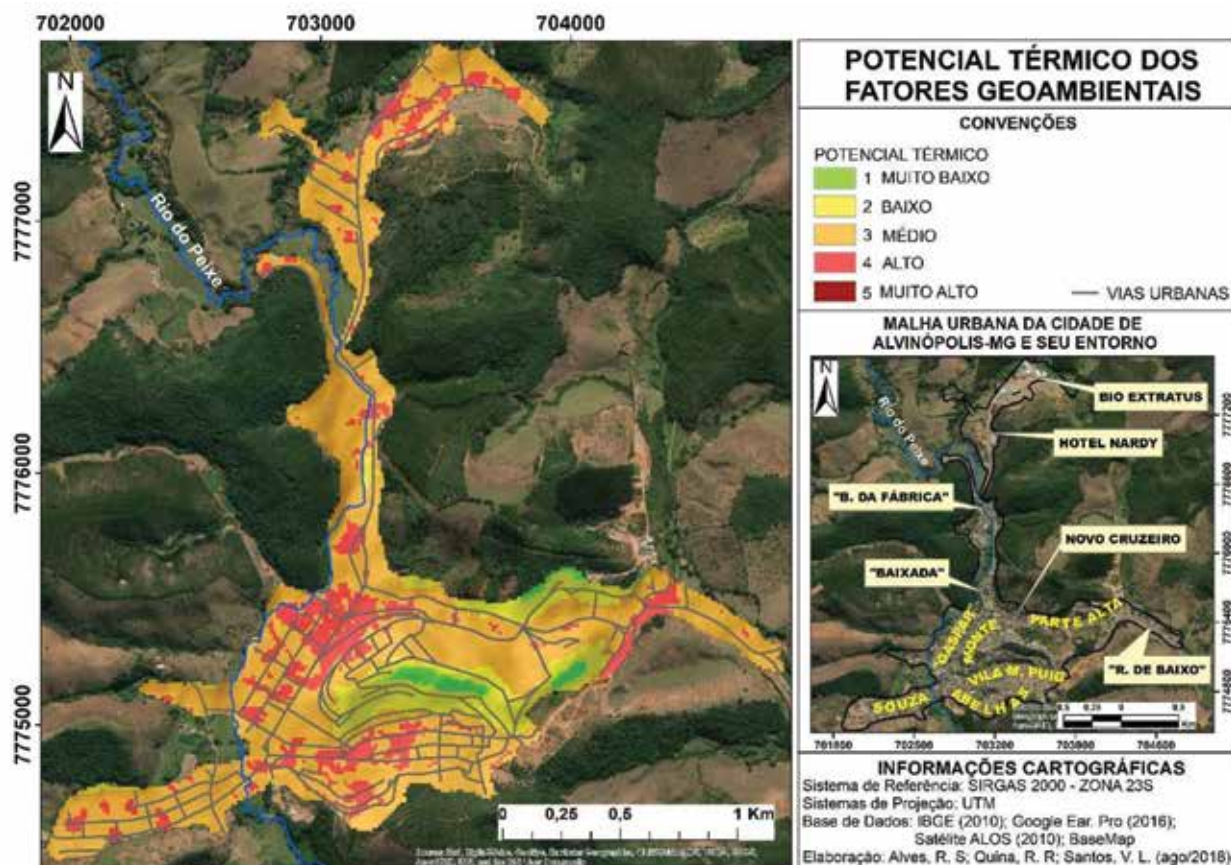
As maiores altitudes (entre 610m e 660m) – aliadas à exposição das vertentes voltadas para sul e sudeste, menor incidência da radiação solar e presença de fragmentos vegetais –, propiciaram a ocorrência de potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2), sendo este último verificado em 11,9% da área apreciada. Estas duas categorias são espacialmente condizentes ao cume do bairro Novo Cruzeiro (localizado em um divisor de águas), bem como todas as encostas sul no bairro Vila Manoel Antônio Puig, no bairro Parte Alta (entorno da igreja Matriz e da praça Padre João Bosco) e também próximo ao cemitério (Figura 5 e Quadro 4).

Os ambientes que apresentaram potencial térmico alto (4) na integração dos fatores geoambientais (16,2%, Quadro 4), são onde coadunam menores altitudes (551m a 590m), faces do relevo direcionadas para os quadrantes noroeste e norte, bem como significativa incidência da radiação solar. Seus locais de maior expressão espacial coincidem com o atual bairro do Monte, porções do bairro “Gaspar” (Centro) e dos fundos do vale na Vila Manoel Antônio Puig. Em menor expressão espacial (manchas isoladas), são vistas em frações do atual bairro Souza, áreas nas dependências da Fábrica Bio Extratus e próximo à “Rua de Baixo” (Figura 5). Logo, independente das

¹ As vias urbanas (embora não façam parte dos fatores geoambientais) e o rio do Peixe foram inseridos no layout do mapa para uma melhor leitura espacial do mesmo.

ações antrópicas no espaço, tais localidades são propícias a apresentarem maiores temperaturas do ar na conformação do campo térmico, segundo o modelo hipotético.

Figura 5: Conformação espacial do potencial térmico segundo os fatores geoambientais



Fonte: Alves (2019, p. 142).

Quadro 4: Potencial térmico dos fatores geoambientais em metros quadrados e porcentagem

ÁREA	POTENCIAL TÉRMICO DOS FATORES GEOAMBIENTAIS				
	(1) MUITO BAIXO	(2) BAIXO	(3) MÉDIO	(4) ALTO	(5) MUITO ALTO
POR m ²	34.375,0	225.937,5	1.337.500,0	307.187,5	0,0
POR %	1,8	11,9	70,1	16,2	0,0

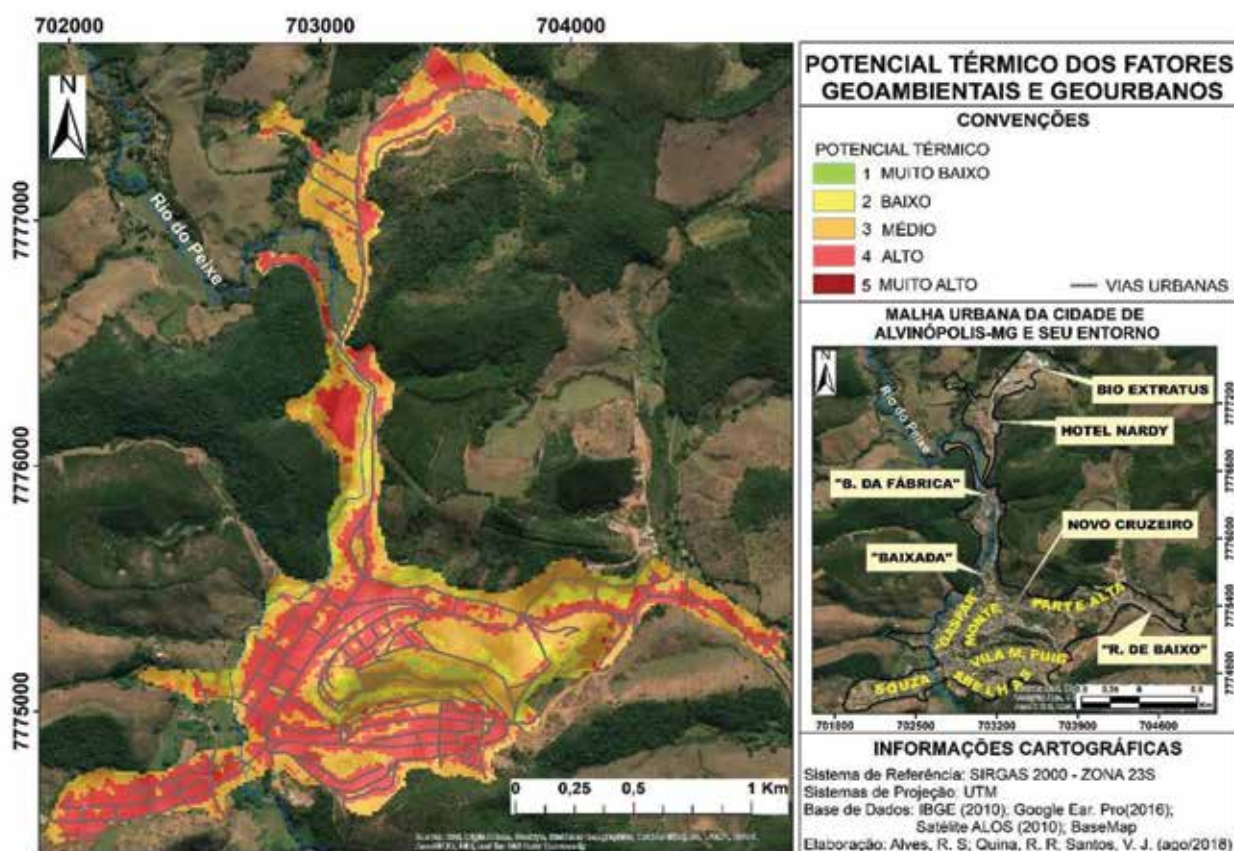
Fonte: Alves (2019, p. 143).

Faz-se necessário destacar que um fator geoambiental isoladamente observado não é o suficiente para identificação de locais mais (ou menos) favoráveis à ocorrência de altas temperaturas do ar. Por exemplo, os pontos da área em análise que recebem maior radiação solar

não necessariamente obtiveram elevado potencial térmico, como é possível observar junto ao atual bairro Novo Cruzeiro. Da mesma forma, o rio do Peixe e a sua zona de influência estipulada (*buffer* de 50m), não asseguraram potencial térmico baixo (2) ou muito baixo (1) para seus locais correlativos (Figura 5).

Com a inserção dos fatores geourbanos no processo de integração das variáveis houve redução de 11,9% para 8,7% de áreas com potencial térmico baixo (Quadro 5). Ambientes que antes apresentaram potencial térmico muito baixo (Figura 5) passaram a apresentar potencial baixo (Figura 6), propensas à ocorrência de maiores temperaturas do ar em comparação ao cenário anterior. Nenhuma localidade obteve potencial térmico muito alto (5), assim como anteriormente (Figura 6 e Quadro 5). Aponta-se que isso possa decorrer da pouca expressão espacial da classe “calçamento asfáltico”, única a receber nota cinco dentre os fatores geourbanos. Em paralelo a uma área urbana em que tal variável é mais notória, Ferreira (2014) verificou em Juiz de Fora-MG que os pontos de maior potencial térmico estavam associados à presença predominante do asfalto e outras variáveis de respostas térmicas semelhantes.

Figura 6: Conformação espacial do potencial térmico segundo os fatores geoambientais e geourbanos



Fonte: Alves (2019, p. 144).

Quadro 5: Potencial térmico dos fatores geoambientais e geourbanos em metros quadrados e porcentagem

ÁREA	POTENCIAL TÉRMICO DOS FATORES GEOAMBIENTAIS E GEOURBANOS				
	(1) MUITO BAIXO	(2) BAIXO	(3) MÉDIO	(4) ALTO	(5) MUITO ALTO
POR m ²	0,0	166.250,0	922.342,8	816.406,3	0,0
POR %	0,0	8,7	48,4	42,9	0,0

Fonte: Alves (2019, p. 145).

Os lugares que apresentaram potencial térmico baixo (2) estão associados à existência de áreas verdes em detrimento de edificações, encostas direcionadas para os quadrantes sudeste, sul e sudoeste (sendo poucas as exceções, em partes isolados) que recebem menor quantidade de energia solar. Em certos pontos próximo ao curso do rio do Peixe, em pequenas áreas, também se verifica este potencial, mesmo situados em menores altitudes, o que sinaliza a influência dos corpos hídricos, somada à vegetação ao seu entorno (Figura 6). Os fatores destacados exercem “efeito mitigante no *superativit* energético urbano”, conforme diz Marques *et al.* (2012, p. 946) ao aplicarem metodologia semelhante em Figueira da Foz, Portugal.

Os fatores geourbanos provocaram aumento significativo das áreas com potencial térmico alto (4), passando de 16,2% para 42,9% (Quadro 5). Isso porque muitos locais que antes obtiveram potencial médio (3) vieram a apresentar potencial alto (4), como pode ser observado em muitos lugares ao longo de todos os bairros da cidade (Figura 6).

A espacialidade dos locais com potencial térmico alto (4) é semelhante à das áreas dotadas com edificações (Figura 6 e Figura 2, respectivamente), por isso a ocorrência da categoria foi generalizada na malha urbana. Escapa a esta observação toda a vertente oposta ao bairro Monte, ou seja, as faces direcionadas para os quadrantes sudeste, sul e sudoeste da Vila Manoel A. Puig, que mesmo urbanizadas, apresentaram potencial térmico baixo (2) e médio (3). Do mesmo modo, áreas no bairro Parte Alta (próximas à Igreja Matriz) e ao longo do bairro Novo Cruzeiro, devido à maior altitude e proximidade dos fragmentos vegetais (Figura 6).

Mediante as análises proferidas, o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis já contribui para intensificar as diferenças térmicas do ar face a seu entorno próximo? Considerando que o comportamento do potencial térmico obtido a partir da integração apenas dos fatores geoambientais (Figura 5) é representativo das áreas ao entorno da cidade (por não haver a participação dos aspectos geourbanos), é possível predizer que sim.

A inserção dos fatores geourbanos na integração das variáveis modificou o comportamento do potencial térmico inicialmente obtido. Antes – considerando apenas a integração dos fatores geoambientais (Figura 5 e Quadro 4) – havia predomínio de áreas de potencial térmico médio (70,1%). Em seguida – com a inserção dos fatores geourbanos no processo de integração das variáveis (Figura 6 e Quadro 5) – passou a predominar áreas de potencial térmico médio (48,4%) e também alto (42,9%). Logo, a possibilidade de haver temperaturas do ar mais elevadas na área de estudo

tornou-se maior em decorrência do aumento das áreas de potencial térmico alto, após considerar a influência dos fatores geourbanos.

O cenário descrito no parágrafo anterior é ainda fomentado pela eliminação de lugares com potencial térmico muito baixo (1) após o ingresso dos fatores geourbanos no procedimento de integração das variáveis (Figura 6 e Quadro 5). Logo, a “carga térmica potencial” do ambiente tornou-se maior, como expressam Marques *et al.* (2012).

Em suma, a nível hipotético (simulação computacional), o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis aguçam a ocorrência de áreas propícias a terem maiores temperaturas do ar em relação ao entorno não urbanizado, dado o aumento das áreas com potencial térmico alto e a eliminação das áreas de potencial térmico muito baixo (Figura 6 e Quadro 5), contribuindo para a singularidade do seu campo térmico.

O CAMPO TÉRMICO EM ALVINÓPOLIS-MG A PARTIR DOS DADOS DE TEMPERATURA DO AR

Conforme as análises das cartas sinóticas (CHM, 2019), no dia 23/07/2018, às 12HMG, isóbaras de 1024 hPa e 1020 hPa envolviam a maior parte do Sudeste do Brasil, sobretudo nas proximidades de Minas Gerais; ventos de nordeste adentravam o estado. O Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul estava posicionado a cerca de 35°S/20°W, com núcleo de 1036 hPa, a influenciar a região. No dia 24/07/2018 tais condições perpetuaram, entretanto, notou-se o deslocamento do núcleo do centro de ação (agora com 1034 hPa) para cerca de 35°S/15°W, devido ao avanço de um sistema frontal, cuja extremidade já apresentava caráter estacionário sobre o continente.

O CAMPO TÉRMICO ÀS 9:00 HORAS

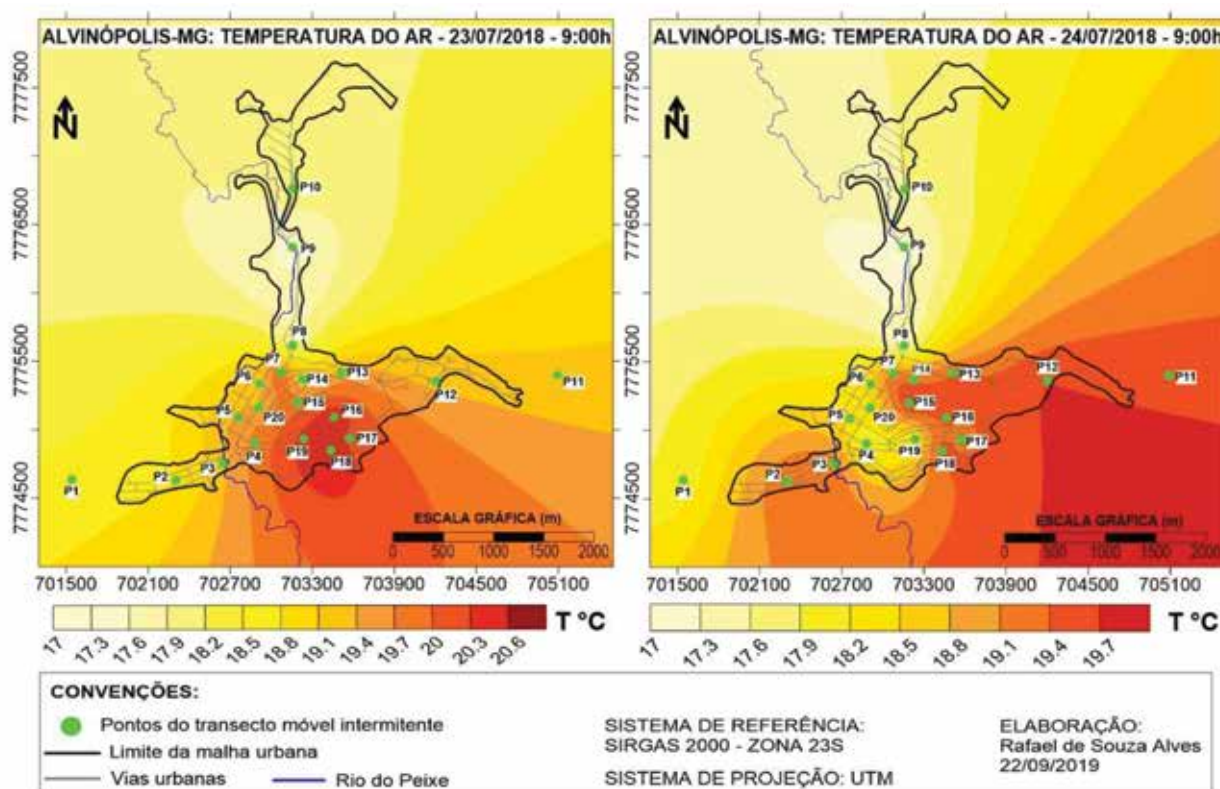
No dia 23/07/2018 – numa manhã de céu claro e ensolarada – houve predomínio de temperaturas do ar mais elevadas no bairro Vila Manoel A. Puig (P16 a P19), em especial nas localidades íngremes, ou seja, vertentes sul (P16) e norte (P18), ambas com 20,6°C. No centro da cidade, o lugar mais quente foi ao entorno de P7 (20,1°C). Já as temperaturas do ar amenas ocorreram na porção norte da malha urbana, ao longo de P8, P9 e P10. Na Praça São Sebastião (P8-17,9°C) foi observado um ambiente repleto de áreas sombreadas pela copa das árvores e edificações. O “bairro da Fábrica” (P9-17,5°C) e o Hotel Nardy (P10-18,1°C), embora não sombreados, contam com áreas verdes ao entorno, menor concentração de edificações e proximidade com o rio do Peixe (Figura 7).

Neste primeiro episódio das 9:00 horas, no que tange às variações entre o campo e a cidade, constatou-se o predomínio de menores temperaturas do ar nos espaços referentes ao campo, de maneira geral. O Morro Sombrio (P1-18,6°C) foi em média 1,1°C menos quente a maioria dos pontos

amostrais da malha urbana, exceto em relação a P8, P9 e P10. Do mesmo modo, a Fazendinha Baluarte (P11-19,2°C) foi em média 0,6°C menos quente, exceto em relação aos ambientes representados por P2, P8, P9, P10 e P14. O contraste térmico mais expressivo entre o campo e a cidade foi de 2°C, na comparação de P16/P18 com P1. Entretanto, a maior variação de temperatura do ar na área de estudo ocorreu entre localidades da malha urbana, de P16/P18 para com P9, de 3,1°C (Figura 7).

Ainda com relação ao dia 23, destaca-se que houve formação da ilha de calor no bairro Vila Manoel A. Puig. Todos os pontos amostrais neste bairro obtiveram maiores temperaturas do ar, em especial as vertentes sul (P16) e norte (P18) que acusaram valores iguais, 20,6°C. Sendo assim, a diferença térmica positiva de 3,1°C (moderada intensidade) vigente em tais pontos não aparenta ser determinada pela posição do sítio urbano em relação ao Sol, ou seja, por uma peculiaridade geoambiental. Se assim fosse, era de se esperar que P16 (vertente sul) viesse a ter temperatura do ar mais baixa que P18 (vertente norte), ou ainda que P14 (bairro Monte, numa encosta íngreme voltada para noroeste) se sobressaísse termicamente em relação à vertente sul da Vila Manoel A. Puig e fundos de vale, como P12, P13, P17 e P19 (Figura 7).

Figura 7: Campo térmico de Alvinópolis-MG nos dias 23 e 24 de julho de 2019, às 9:00 horas, respectivamente



Fonte: Elaborado pelos autores.

No dia 24/07/2018 cerca de 3/8 do céu em Alvinópolis foi contemplado com nuvens. O campo térmico foi marcado por maiores temperaturas do ar nos bairros Parte Alta (P12-19,7°C e P13-19,4°C), Monte (P14-19,3°C), Novo Cruzeiro (P15-19,8°C) e Vila Manoel A. Puig (P16-19,5°C e P18-19,6°C), ou seja, as porções centro-leste da malha urbana. Em menor medida, no bairro Souza também houve temperaturas do ar mais elevadas (P2-19,4°C e P319,3°C), onde a presença de nuvens demonstrou homogeneizar os dados coletados. Temperaturas do ar amenas ocorreram na porção norte da malha urbana, ao longo dos pontos P8 (17,3°C), P9 (17,2°C) e P10 (17,6°C), tal como no dia 23 (Figura 7).

A relação campo – cidade no dia 24 caracterizou-se pela prevalência de temperaturas do ar mais elevadas na maioria dos pontos amostrais da malha urbana (em média 1,2°C a mais) em relação ao Morro Sombrio (P1), que registrou 18°C, sob influência de nuvens. Entretanto, ocorreu o contrário em relação à Fazendinha Baluarte (P11), que registrou 19,6°C, mais aquecido que a maioria dos pontos da malha urbana (em média 1°C a mais), mesmo sob influência de nuvens. Destaca-se que a variação térmica mais expressiva entre a cidade e o campo a sudoeste da malha urbana foi de 1,8°C (P15 menos P1); entre a cidade e o campo a leste da malha urbana foi de 2,4°C (P11 menos P9). Já no interior da malha urbana a variação térmica mais aguda foi de 2,6°C, na comparação do bairro Novo Cruzeiro (P15) com o “bairro da Fábrica” (P9), superior aos contrastes campo-cidade (Figura 7).

Mediante a interpretação do campo térmico do dia 24 de julho, não é possível sinalizar a formação da ilha de calor nas áreas de maiores temperaturas do ar (P11, P12, P13, P14, P15, P16 e P18), antes sim o de núcleo de calor. Isso porque os fatores geourbanos que vigoram ao longo desta parte da área de estudo não demonstraram orquestrar as diferenças térmicas entre os mesmos. A rigor, tais diferenças não foram acima de 0,5°C, mesmo entre espaços relativos ao campo e a cidade, ou ainda atrelados a fatores geourbanos de potencial térmico distintos.

As temperaturas do ar maiores na porção centro-leste da malha urbana em relação a outros setores da cidade demonstram ser favorecidas pela maior incidência dos raios solares nesta fração da área de estudo por volta das 9:00 horas, devido à posição do Sol no quadrante leste no período da manhã. Dinâmica semelhante a essa foi identificada por Amorim (2012) em Presidente Prudente-SP e Ortiz (2012) em Cândido Mota-SP, nas áreas a sudoeste e oeste das cidades, respectivamente, ao final da tarde, momento em que o Sol estava se pondo.

Observa-se que P11, P12 e P13, representativos de áreas de campo e cidade, apresentaram apenas 0,2°C de diferença entre eles. Tais pontos comungam de um mesmo fator geoambiental, sendo ele o sítio, pois situam-se ao longo de um fundo de vale de disposição leste-oeste, que contribui para a incidência da radiação solar² no horário das 9:00 horas. Os pontos P14 e P18 encontram-se em encostas íngremes e direcionadas para noroeste e norte, respectivamente, o que favorece o processo de aquecimento da superfície, dado ao maior fluxo de energia que recebem e

² Nota-se na Figura 2, no mapa intitulado “Fator Geoambiental: incidência da radiação solar”, que o fundo de vale de disposição leste-oeste, na porção leste da malha urbana, apresenta maiores saldos positivos de energia solar no mês de julho de 2018.

maior perpendicularidade na incidência da radiação (GEIGER, 1961; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Por último, o ponto P15, no bairro Novo Cruzeiro, que apresentou a maior temperatura do ar, localiza-se em maiores altitudes e por isso mais exposto à radiação direta desde as primeiras horas de brilho solar.

O CAMPO TÉRMICO ÀS 15:00 HORAS

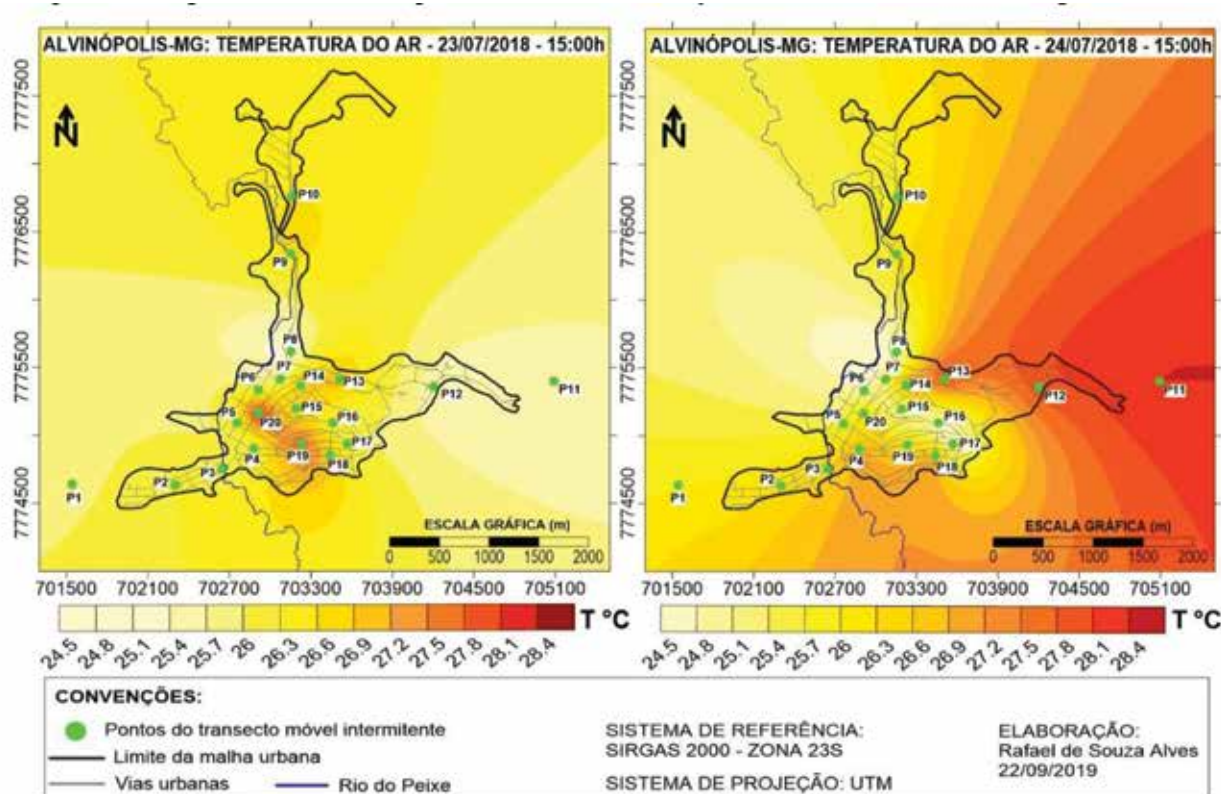
No dia 23/07/2018 – numa tarde de céu claro, com poucas nuvens e sem rajadas de ventos durante as medições – as maiores temperaturas do ar ocorreram no centro da cidade, na Av. Padre José Marciano (P20-28,4°C) e no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (P19-27,8°C). Em menor medida, as vertentes norte e noroeste, na Vila Manoel A. Puig (P18-27°C) e no bairro Monte (P14-27,2°C), respectivamente, também se destacaram com temperaturas do ar mais elevadas, com diferença de 0,2°C entre elas, embora P18 possui maior adensamento de edificações. Já as menores temperaturas do ar ocorreram na Praça São Sebastião (P8-25,2°C), cujo local de parada do veículo encontrava-se totalmente sombreado por edificações e árvores altas existentes na praça; na parte leste da malha urbana (P12-25,5°C), sobre influência de nuvens; numa porção do centro da cidade (P6-26,1°C e P7-25,8°C) em que a rua estava sombreada por edificações; e por último, no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig representado por P17 (26,1°C), cuja rua estava sombreada por edificações e morros circundantes (Figura 8).

Os contrastes térmicos entre o campo e a cidade no dia 23 foram caracterizados pelo predomínio de menores temperaturas do ar nos espaços relativos ao campo, que estavam sobre influência de nuvens. O Morro Sombrio (P1) obteve valor de 25,9°C, em média 0,8°C a menos que os quantificados na malha urbana, exceto em relação a P7, P8 e P12. A Fazendinha Baluarte (P11) obteve valor de 25,6°C, em média 1°C a menos que os quantificados na malha urbana, exceto em relação a P8 e P12. A maior variação de temperatura do ar entre o campo e a cidade foi de 2,8°C, na comparação da A. Padre José Marciano (P20) com o Morro Sombrio (P1). Entretanto, a variação térmica mais aguda na área de estudo foi entre localidades da malha urbana, de P20 em relação a P8, de 3,2°C (Figura 8).

Em suma, observou-se no dia 23 que os locais de menores temperaturas do ar foram condicionados por nuvens ou sombras das edificações, vegetação ou morros. Por outro lado, as maiores temperaturas do ar foram condizentes a locais de maior adensamento de edificações, fluxos de pessoas e veículos (sobretudo P20, centro da cidade) e pavimentação asfáltica. Logo, a maior temperatura do ar obtida em P20 em relação aos outros pontos amostrais da malha urbana apresenta-se como uma ilha de calor, de moderada intensidade (3,3°C). Isso porque os fatores

geourbanos vigentes ao seu entorno demonstram ter contribuído³ para a existência de saldos positivos de energia, amasiado a sua localização mais na porção oeste da malha urbana, cuja incidência da radiação solar é favorecida pela posição do Sol às 15:00 horas.

Figura 8: Campo térmico de Alvinópolis-MG, dias 23 e 24 de julho de 2019, às 15:00 horas, respectivamente



Fonte: Elaborado pelos autores.

No dia 24/07/2019 – em que foi observado nuvens sobre partes da cidade (P5, P6, P7, P15, P16, P17 e P20), ausência de chuva e ocorrência de ventos – as temperaturas do ar mais elevadas se deram no bairro Parte Alta (P12-28°C e P13-28,1°C), e em menor medida, nas encostas íngremes noroeste (P14, bairro Monte) e norte (P18, Vila Manoel A. Puig), ambas com 27,1°C. Houve menores temperaturas do ar na Praça São Sebastião (P8) – cujas circunstâncias foram as mesmas destacadas no dia 23, às 15:00h – e no fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (P17), ambos com 24,5°C. Este último, além do sombreamento em todo o entorno devido a casas e morros, contou com nuvens no instante do registro. Temperaturas do ar amenas foram ainda observadas

³ Outras partes da malha urbana favorecidas pela incidência da radiação solar no horário em questão, por estar localizadas mais a sudoeste e oeste da área de estudo, conforme verificou-se na realização dos transectos móveis, não obtiveram maiores temperaturas do ar como P20. Por isso, foi interpretado que os fatores geourbanos, ao lado dos geoambientais, vigentes em P20, contribuíram para o maior aquecimento do local.

em P6 e P7 (sombreados por nuvens e edificações) e em P15 e P16 (sombreados por nuvens), conforme ilustrado na Figura 8.

Os contrastes térmicos entre o campo e a cidade no dia 24 apontaram que em P1 (Morro Sombrio, onde observou ventos) a temperatura do ar (26°C) foi inferior à obtida em dez pontos situados na cidade (P2, P3, P4, P9, P12, P13, P14, P18, P19 e P20, em média 0,9°C a menos), e superior a outros oito pontos (P5, P6, P7, P8, P10, P15, P16 e P17, em média 1°C a mais). Sendo assim, não é possível afirmar que a cidade foi absolutamente mais quente ou fria que o campo a sudoeste da malha urbana. Entretanto, o campo a leste da malha urbana (P11-28,4°C) foi mais quente que todos setores da cidade, em média 2,4°C. A maior diferença térmica entre o campo e a cidade foi de 3,9°C (P11 menos P8), superior à identificada na malha urbana, de 3,6°C, entre P13 e P8 (Figura 8).

Diante do exposto para o dia 24, destaca-se a não identificação da ilha de calor no campo térmico obtido. Não foram observadas estreitas relações entre os fatores geourbanos potencializadores da temperatura do ar e a espacialidade da mesma. Sendo assim, infere-se o uso da categoria “núcleo de calor” para os locais com saldo positivo de energia térmica.

As maiores temperaturas do ar ocorreram na porção leste da área de estudo, se manifestando desde a malha urbana até o campo, ao longo de fundos de vale de orientação leste-oeste. Nesta área, o sítio urbano e o sentido do arruamento favorecem a penetração da radiação solar no período da tarde.

Nos setores da cidade com menor temperatura do ar, nos dois episódios das 15:00 horas, foi imperativo a ocorrência de sombras ocasionadas por vegetação, morros e/ou edificações (fato também notado às 9:00 horas) nos pontos de registro dos dados. A rigor, esta variável ganha relevo na compreensão do campo térmico em Alvinópolis, pois demonstra condicionar seus contornos, ao lado da “capacidade” dos materiais utilizados na construção civil em provocar derivações térmicas positivas.

Teixeira (2015) também observou os efeitos das sombras no campo térmico de Rancharia-SP, sobretudo às 9:00 horas da manhã. Amorim (2012), ao comparar as temperaturas do ar obtidas em quatro pontos amostrais de Presidente Prudente-SP com as registradas no entorno rural, também destaca o que denominou de “efeito sombra”, decorrente da influência que as áreas construídas exercem na temperatura do ar, por interceptarem os raios solares antes deles atingirem o chão, retardando o aquecimento de certas áreas no interior da cidade.

O CAMPO TÉRMICO ÀS 21:00 HORAS

No dia 23/07/2018 – numa noite com poucas nuvens, sem rajadas de ventos e de céu estrelado – o campo em Alvinópolis foi marcado por menores temperaturas do ar na malha urbana nas áreas influência do Rio do Peixe (P3-bairro Souza e P9-“bairro da Fábrica”). Nesta mesma direção,

encontra-se P10 (Hotel Nardy), situado na zona de expansão da cidade. Tais localidades obtiveram valores semelhantes, entre 15,3°C e 15,5°C, sendo P9 o mais frio. O campo térmico foi também marcado por maiores temperaturas do ar nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17-17,1°C e P19-17°C) conforme nota-se na Figura 9.

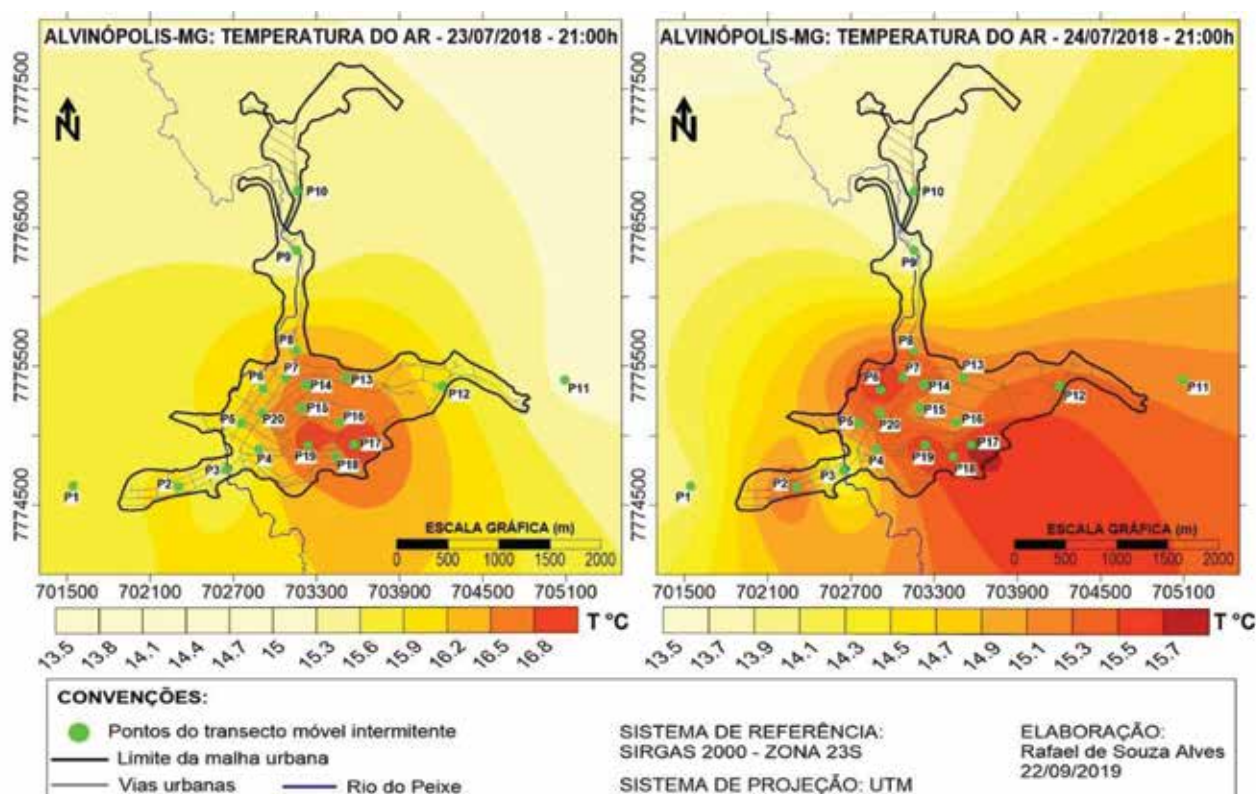
Houve menores temperaturas do ar no campo comparado à malha urbana, tanto a sudoeste (P1) quanto a leste (P11) da mesma, no dia 23 de julho. No Morro Sombrio (P1-15,7°C) o valor obtido foi em média 0,8°C abaixo dos observados na cidade, exceto em relação a P3, P9 e P10. Já na Fazendinha Baluarte (P11-15,2°C), por sua vez, foi em média 1,1°C abaixo dos dados observados na cidade. Este ponto amostral foi o mais frio da área de estudo e proporcionou uma variação térmica máxima de 1,9°C entre o campo e a malha urbana, como observa-se ao comparar P17 com P11 (Figura 9).

No dia 24/07/2018 – sob céu estrelado, ausência de rajadas de ventos e precipitação – as menores temperaturas do ar ocorreram nas mesmas partes da malha urbana verificadas na noite anterior (P3, P9 e P10). Tais pontos acusaram valores semelhantes, entre 13,7°C e 13,9°C, sendo P9 o mais frio. As maiores temperaturas do ar foram identificadas nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig (P17-15,8°C e P19-15,7°C) e no centro da cidade (P6-15,8°C), seguido de outros pontos amostrais como P2 (terraço do bairro Souza), P7 (Centro), P14 (Monte) e P18 (Vila Manoel A. Puig), todos com 15,5°C (Figura 9).

A temperatura do ar obtida no Morro Sombrio (P1-14°C) foi em média 1,4°C abaixo das obtidas na cidade, exceto em relação a P3, P9 e P10. Já a obtida na Fazendinha Baluarte (P11-15,2°C) foi em média 0,3°C abaixo, exceto na comparação com P3, P9, P10, P15 e P16, que se mostraram mais aquecidos. Logo, nota-se que o ar na cidade foi predominantemente mais quente que no campo, assim como no dia anterior. A maior variação térmica entre estes dois espaços foi de 1,8°C (P6/P17 menos P1), e no interior da malha urbana foi de 2,1°C (P6/P17 menos P9), conforme observa-se na Figura 9.

A apresentação do campo térmico distendida para o horário em baila aproxima-se das afirmações de Amorim (2012). Segundo ela, no período noturno, a posição dos bairros em relação à incidência dos raios solares é menos determinante na configuração espacial da temperatura do ar, ao passo que as características urbanas ganham relevo. A título de exemplo, foi observado que as encostas direcionadas para norte e sul na Vila Manoel A. Puig, de aspectos geourbanos semelhantes, apresentaram valores de temperatura do ar aproximados nos registros das 21:00 horas, diferente do que foi constatado às 15:00 horas, em que a radiação solar articulada ao sítio urbano proporcionou padrões térmicos distintos entre tais localidades.

Figura 9: Campo térmico de Alvinópolis-MG, dias 23 e 24 de julho de 2019, às 21:00 horas, respectivamente



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi observado um saldo positivo de energia de onda longa na malha urbana em relação ao campo, devido ao maior armazenamento de calor dos materiais utilizados na construção civil, ainda que numa cidade de pequeno porte. O maior armazenamento de calor é decorrente das propriedades térmicas dos materiais construtivos e da geometria das cidades, que ainda favorece uma dissipação lenta da energia.

As propriedades térmicas dos materiais construtivos alteram o balanço de energia prevalente nas áreas de campo e cidades. Isso porque os espaços edificados comparados ao campo possuem menor inércia térmica (JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012); aglomerado de substâncias de menor calor específico como ferro, cimento, concreto e asfalto; corpos de menor capacidade térmica (JARDIM, 2007); bem como menor albedo (JARDIM, 2007; UGEDA JUNIOR, 2012; BARRY e CHORLEY, 2013).

Faz-se necessário destacar que as menores taxas de evaporação decorrente da redução de áreas verdes nos espaços urbanos, restringe os fluxos de calor latente para a atmosfera e contribui para o aumento do calor sensível nas áreas dotadas de construção civil. Esta dinâmica energética entre as superfícies e a atmosfera contribui para a ocorrência de maiores temperaturas do ar na cidade em relação ao campo, sobretudo nas áreas mais densamente ocupadas, como verificou-se na Vila Manoel A. Puig.

Na Vila Manoel A. Puig as maiores temperaturas do ar foram nítidas nos fundos de vale (P17 e P19), envolvidos por encostas íngremes e urbanizadas. Esta porção da malha urbana tem como sítio uma microbacia hidrográfica. Possui maior adensamento urbano-populacional, com lotes menores em sua maioria, concentração de ruas dispostas preferencialmente no sentido leste-oeste revestidas com asfalto e pedra fincada. O resfriamento mais lento no período noturno lhe proporcionou diferenças térmicas positivas em comparação aos outros setores da cidade. Dessa forma, foram identificadas ilhas de calor de fraca à moderada intensidade nos pontos P17 e P19, sendo elas de 1,9°C no dia 23 e de 2,1°C no dia 24 (Figura 9).

No centro da cidade também houve manifestações de maiores temperaturas do ar, porém de modo secundária, sobretudo em P20. Entretanto, no dia 24 foi notado a formação de uma ilha de calor de moderada intensidade na área assistida por P6 (Posto Ipiranga). Esta foi de 2,1°C, mesma magnitude da verificada em P17, no mesmo dia (Figura 9).

Nos dois episódios, os locais de menores temperaturas do ar (P3, P9 e P10) fazem jus aos seus aspectos geourbanos e geoambientais proporcionadores de amenidades térmicas, comparado aos demais pontos da malha urbana. Tratam-se de ambientes sob maior influência do Rio do Peixe, menor densidade construtiva e maior concentração de áreas verdes ao entorno, sobretudo em P9 e P10. Além disso, devido ao horário, não se descarta a possibilidade de sofrerem os efeitos térmicos decorrentes do escoamento de ar ao longo da calha do rio, denominado brisas de montanha (GEIGER, 1961; FIALHO 2009; BARRY e CHORLEY, 2013), como verificado em certos episódios por Allocca (2018) na cidade de Ponte Nova-MG.

As diferenças térmicas mais intensas no interior da malha urbana foram de maior magnitude que ao nível campo-cidade, pois flutuaram de 1,9°C a 2,1°C. Isso porque os espaços urbanos são dotados de uma gama de variáveis a condicionar a temperatura do ar, de modo a potencializar ou minimizar o calor, o que torna complexo a conformação espacial desta grandeza entretida com a cidade.

Tendo em vista a conformação do campo térmico nos dois episódios de inverno, em três horários distintos de registro da temperatura do ar, faz-se oportuno relacionar os padrões mais recorrentes com a espacialidade do potencial térmico da malha urbana (Figura 6).

ASSOCIAÇÕES ENTRE AS DUAS TÉCNICAS DE ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO

Às 9:00 horas os registros em campo acusaram o predomínio de maiores temperaturas do ar na vertente norte da Vila Manoel A. Puig (P18), no bairro Parte Alta (P12) e no bairro Novo Cruzeiro (P15). Entretanto, estas localidades não apresentaram potencial térmico muito alto (5), tão pouco foram as únicas a apresentar potencial alto (4) e médio (3). O local de amenidade térmica do

ar mais recorrente foi a porção norte da malha urbana, que não veio a contar com potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2), como se visualiza na Figura 6.

Às 15:00 horas as maiores temperaturas do ar se deram nos bairros Parte Alta e Monte (P12, P13 e P14), de potencial térmico médio (3) a alto (4); fundo de vale da Vila Manoel A. Puig (P19) e no Centro (P20), de potencial térmico alto (4), conforme nota-se na Figura 6.

Às 21:00 horas as maiores temperaturas do ar e a formação da ilha de calor ocorreram, preferencialmente, na Vila Manoel A. Puig. Esta porção da malha urbana não se diferenciou expressivamente das demais áreas dotadas de edificações nos outros bairros da cidade, no que diz respeito ao potencial térmico apresentado, a ponto de se destacar como a mais propensa às maiores temperaturas do ar e ocorrência da ilha de calor. Isso porque veio a manifestar potencial térmico alto (4), assim como os outros bairros nas áreas com construção civil, de maneira generalizada, em detrimento de um potencial térmico muito alto (5). Já as menores temperaturas do ar foram insistentes no fundo de vale do bairro Souza (P3) – bem como no “bairro da Fábrica” (P9) e na zona de expansão da cidade (P10) – que também não se singularizaram por haver áreas com predomínio estrito de potencial térmico muito baixo (1) e baixo (2), em comparação aos demais setores da malha urbana (Figura 6), a ponto de sincronizar-se com os dados de temperatura do ar registrados.

Assinala-se que as áreas de ocorrência preferencial de maiores e menores temperaturas do ar no interior da malha urbana não apresentaram estreitas similaridades com a espacialidade dos potenciais térmicos, dada a generalidade da ocorrência de áreas com potencial térmico alto (4) e médio (3). Todavia, ao confrontar as temperaturas do ar registradas na cidade com as obtidas no campo (P1 e P11), observa-se o predomínio de valores térmicos do ar maiores na malha urbana em relação ao seu entorno, mais nitidamente às 21:00 horas. Esta constatação vai ao encontro do que se observou na análise de integração dos fatores geourbanos e geoambientais, em que, ao nível hipotético, o uso e ocupação da terra vigente na cidade de Alvinópolis favorece a ocorrência de áreas propícias às maiores temperaturas do ar comparado ao entorno não urbanizado, contribuindo para a singularidade do seu campo térmico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso e ocupação da terra em Alvinópolis-MG contribui para intensificar as diferenças térmicas entre o campo e a cidade e elevar a carga térmica do espaço relativo à malha urbana, conforme observado com auxílio dos mapas de potencial térmico. Entretanto, não foi possível estabelecer relações evidentes entre os locais de maior/menor capacidade térmica e a ocorrência de temperaturas do ar mais/menos elevadas, como verificaram Marques *et al.* (2012, p. 946) e Ferreira (2014, p. 66). Isso porque a ocorrência de potencial térmico alto (4) e médio (3) foi hegemônica e generalizada em todos os bairros, não sendo possível identificar nítidas singularidades

entre os mesmos, no que tange ao potencial térmico apresentado. Sendo assim, as maiores e as menores temperaturas do ar registradas em campo foram sempre correspondentes a locais com predominância de potencial térmico alto (4) e médio (3).

O campo térmico obtido com os dados de temperatura do ar não é exatamente igual em todos os períodos do dia. Ele está associado à relação entre o sítio e o movimento aparente do Sol, densidade de edificações, espaços verdes, curso d'água e “efeito sombra”.

Às 9:00 e 15:00 horas os fatores geoambientais foram mais influentes na organização espacial do campo térmico, delineado pelos registros da temperatura do ar. Já às 21:00 horas, constatou-se maior participação dos fatores geourbanos.

Os contrastes mais agudos entre o campo e a malha urbana ocorreram às 15:00 horas (máxima de 3,9°C, dia 24, P11 menos P8), bem como no interior da malha urbana (máxima de 3,6°C, dia 24, P13 menos P8).

Em atenção à hipótese sinalizada, foi constatado diferenças na temperatura do ar no interior da malha urbana e desta em relação ao entorno, induzidas por fatores geoambientais e geourbanos. As temperaturas do ar na malha urbana se diferenciam em relação àquelas do campo com mais singularidade às 21:00 horas. Nesse horário foi notado predomínio de maiores temperaturas do ar no interior da cidade em relação ao campo, de maneira mais evidente.

As maiores variações de temperatura do ar ocorreram entre pontos da malha urbana, e não entre o campo e a cidade. Isso porque, ao lado do sítio, as estruturas urbanas, ainda que numa cidade de pequeno porte, comportam-se como verdadeiros “redimensionadores” de energia. Criam padrões de sombreamentos, potencializam a capacidade de retenção do calor em setores do espaço, alteram os fluxos de trocas de energia com a atmosfera, proporcionam ambientes com inércia térmica díspares.

As ilhas de calor em Alvinópolis foram de fraca e moderada intensidade. Ocorreram principalmente nos fundos de vale da Vila Manoel A. Puig, de maior adensamento urbano-populacional. Logo, os moradores desta localidade são mais susceptíveis às situações de desconforto térmico provocadas pelo calor, podendo ter a qualidade de vida afetada, sobretudo no verão. Afinal, como aponta Teixeira (2015), a ilha de calor nas cidades de pequeno porte, se por um lado pouco aguçam os efeitos da poluição do ar devido às poucas fontes potenciais de emissão de poluentes, por outro lado intensifica o desconforto termohigrométrico, especialmente no verão em regiões de clima tropical.

Segundo Fialho (2009), a maioria dos trabalhos assumem o horário das 21:00 horas como provável ao pico máximo da ilha de calor. Esta tendência verificada principalmente nos trabalhos feitos em cidades de clima temperado (JARDIM, 2007; FIALHO, 2009) é contrariada em Alvinópolis, uma vez que a ilha de calor de magnitude mais expressiva foi de 3,3°C na Av. Padre José Marciano, às 15:00 horas (P20, centro da cidade, dia 23/07/2018).

Recomenda-se para os estudos posteriores a inserção da variável “volumetria urbana”, como fizeram Marques *et al.* (2012) e Ferreira (2014), no que tange à simulação do comportamento

térmico espacial da cidade, a partir da integração dos fatores geoambientais e geourbanos em ambiente computacional. Nessa esteira, também se faz necessário a construção de um “[...] inventário minucioso dos elementos que compõe o espaço urbano [...]”, com vista aos tipos de materiais adotados nas coberturas das casas, cor e densidade das edificações, grau de impermeabilização, entre outros. Ou seja, criar uma minuciosa base de dados dos elementos que compõem e revestem a superfície, a fim de integrá-los e avançar nas compreensões da relação clima-cidade, como fez Ferreira (2014, p. 51). Para isso, serão necessários mapeamentos em escalas maiores à utilizada nesta pesquisa (1:3.500), com uso de imagens de alta resolução espacial. Tais esforços trarão nitidez nas analogias entre locais de maior/menor potencial térmico e temperaturas do ar mais/menos elevadas.

Ademais, sugere-se que pesquisas doravante sejam pautadas não somente em novos registros da temperatura do ar, mas também na umidade relativa do ar e informações do fator de visão do céu (*Sky View Factor*) nos pontos amostrais. Isso, nas quatro estações do ano, para o alcance mais detalhado e preciso das condições atmosféricas local e o papel dos fatores intervenientes. Assim, tornar-se-á mais fecundo e sólido apontamentos concernentes ao planejamento e reordenamento urbano-territorial.

REFERÊNCIAS

- AB’SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editora, 2003.
- ALLOCCA, R. A. *Análise do campo térmico na área urbana de Ponte Nova, Minas Gerais, 177f*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória-ES, 2018.
- ALMEIDA, A. J. P. *Alvinópolis: história (1696-1992), evolução e proposta de diretrizes para a lei de ocupação do solo*. 110f. Monografia (Curso de Especialização em Urbanismo) – Escola de Arquitetura, UFMG, Belo Horizonte-MG, 1992.
- ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, ano 13, v. 20, p. 97-116, 2017.
- ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S.; VECCHIA, F. A. S. Interpolação espacial na climatologia: análise dos critérios que precedem sua aplicação. *Revista Geonorte*, Manaus-AM, Edição Especial 2, v.1, n.5, p. 606-618, 2012.

ALVES, R. S. *O campo térmico de Alvinópolis-MG em situação sazonal de verão e inverno: Uma contribuição aos estudos de clima urbano em cidades de pequeno porte*. 2019. 263f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG, 2019.

AMORIM, M. C. C. T. A produção do clima urbano em ambiente tropical: o exemplo de Presidente Prudente/SP. *Revista Geonorte*, Manaus-AM Edição Especial 2, v. 2, n. 5, p. 52-64, 2012.

ASSIS, D. C.; VIANNA, Y. C. G.; PIMENTEL, F. O.; OLIVEIRA, D. E.; FERREIRA, C. C. M. Mensuração de ilhas de calor em Juiz de Fora com uso de transecto móvel. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, *Anais...*, 7., 2016. Goiânia-GO: Universidade Federal de Goiás, 25 a 29 de outubro, 2016, p. 1553-1564. Disponível em: [www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20\(64\).pdf](http://www.abclima.ggf.br/sbcg2016/anais/arquivos/eixo_3/trabalho%20(64).pdf). Acessado em: 26 jun. 2017.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. *Atmosfera, Tempo e Clima*. Trad. Ronaldo Cataldo Costa. Bookman: Porto Alegre-RS, 2013, 512p.

CEREDA JUNIOR, A. *Análise de fragilidade ambiental com métodos multicritério: Críticas e propostas metodológica*. 147f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2011.

CHM – Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. Cartas Sinóticas. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>. Acesso em 22 de set. 2019.

DRUMOND, J. C. P. *Caracterização fisiográfica da cobertura florestal nativa e do produtor rural do Alto Rio do Peixe – Alvinópolis, MG*. 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Núcleo de Pesquisa e Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2008.

FERREIRA, C. C. M. Modelo para análise das variáveis de cobertura da terra e a identificação de microclimas, em centros urbanos. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, ano 10, v. 14, p. 50-75, jan./jul. 2014.

FIALHO, E. S. *Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira*. 259f. Tese (Doutorado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Ciência, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo-SP, 2009.

FIALHO, E. S. Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito. *ACTA Geográfica*, Esp. Climatologia Geográfica, Boa Vista-RR, p. 61-76, 2012a.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: FIALHO, E. S.; SILVA, C. A. (org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. Dourados-MS: UFGD, 2012b, v. 1, p. 83-114. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/327890815_ESTUDOS_CLIMATICOS_EM_SITIOS_URBANOS_E_RURALS>. Acesso em 2 de jun. 2020.

GEIGER, R. *Manual de microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo*. 4. ed. Tradução de Ivone Gouveia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961, 556p.

JARDIM, C. H. *Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas*. 357f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas-SP, 2007.

HASENACK, H.; BECKE, V. L. Comparação entre dois métodos de medida móvel de temperatura em ambiente urbano. *Boletim de Geografia Teórica*, São Paulo-SP, v. 15, n. 29-30, p. 405-407, 1985.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/alvinopolis/pesquisa/23/25207?indicador=25191>. Acesso em 22 de set. 2019.

MARQUES, D.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. M. R. Mapas climáticos urbanos e definição de climatopos: aplicação à cidade de Figueira da Foz (Portugal). *Revista Geonorte*, Edição Especial, Manaus-AM, v. 2, n. 4, p. 943-955, 2012.

MARTÍNEZ, J. M. Estudio de la isla de calor de la ciudad de Alicante. *Investigaciones Geográficas*, Alicante-ESP, n. 62, p. 83-99, 2014.

MONTEIRO, C. A. F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil. *Geosul*. Florianópolis-SC, Ano 5, n. 9, p. 6-17, 1990a.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. *Geosul*. Florianópolis-SC, Ano 5, n. 9, p. 57-74, 1990b.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (orgs.). *Clima Urbano*. São Paulo-SP: Contexto, 2003, p. 9-67.

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

MOREIRA, F. R.; BARBOSA, C.; CÂMARA, G.; ALMEIDA FILHO, R. Inferência geográfica e suporte à decisão. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (orgs.). *Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos-SP, INPE, cap. 9, 2001.

ORTIZ, G. F. *O clima urbano de Cândido Mota/SP: Análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão*. 2012. 158f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP, 2012.

PORANGABA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Procedimentos metodológicos para análise da ilha de calor em cidades de pequeno e médio porte. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, ano 13, v. 21, p. 225-247, jul./dez. 2017.

REGO, R. L.; MENEGUETTI, K, S. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá-PR, v. 33, n. 2, p. 123-127, 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, v. 1, n. 1, p. 43-60, dez./2005.

TEIXEIRA, D. C. F. *O clima urbano de Rancharia-SP*. 212f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2015.

UGEDA JÚNIOR, J. C. *Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP*. 2012. 383f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2012.

ANÁLISE DO CAMPO TÉRMICO INVERNAL EM ÁREA LITORÂNEA: O CASO DO DISTRITO DE CARAPINA - SERRA/ES

WEMERSON DISCANIO DE OLIVEIRA
EDSON SOARES FIALHO

INTRODUÇÃO

O relatório *World Urbanization Prospects* (ONU, 2018) aponta um crescimento exponencial de pessoas vivendo no meio urbano nos últimos 70 anos. Segundo a ONU, a população residente em cidades saltou de 751 milhões em 1950 para 4,2 bilhões em 2011. A expectativa é que até 2050 cerca de 68,0% da população mundial residam em cidades. Além da grande concentração populacional, os centros urbanos são o *locus* principal das atividades comerciais e industriais, e, mesmo ocupando apenas 2,0% da superfície terrestre, a atividade urbana é responsável por mais de 70,0% do dióxido de carbono na atmosfera (ONU, 2012).

O crescimento das cidades gerou uma série de desafios, tanto de ordem socioeconômica quanto ambiental, e os impactos das modificações do uso e cobertura da terra na saúde humana já são vastamente conhecidos (SILVA *et al.*, 2014). De acordo com Tarifa e Azevedo (2001), o aumento da temperatura do ar nas áreas urbanas pode acarretar desconforto térmico, irritabilidade, desidratação, desmaios, exaustão e até morte.

Segundo Roux (2014), com o passar dos anos esses problemas tendem a aumentar, impactando o conforto térmico e aumento da vulnerabilidade da população frente às altas temperaturas. As cidades, potencialmente geradoras de seu clima próprio, decorrentes das transformações de sua superfície em consonância com seus atributos geoecológicos, são muitas vezes entendidas como dispersoras das mazelas ambientais. No entanto, o relatório da Rio + 20, “Fatos sobre a Cidade”, aponta que as cidades são as chaves para as soluções de inúmeros desafios mundiais. Para que a cidade possa se colocar na linha de frente de um

crescimento sustentável, é preciso que ela seja ocupada e planejada de maneira que privilegie as questões ambientais.

Para isso, é necessário que se tenha, *a priori*, conhecimento acerca dos impactos das atividades humanas no ambiente, em particular no comportamento de alguns dos elementos que caracterizam a condição da atmosfera urbana, dentre eles a temperatura do ar e a umidade atmosférica. Esses elementos climáticos são importantes, uma vez que podem interferir na qualidade de vida das pessoas.

Neste sentido, observando o acelerado grau de industrialização e urbanização experimentado pelo distrito de Carapina-Serra/ES, especialmente após a década de 1980, que resultou em profundas transformações nos padrões de uso e ocupação da terra, notam-se alterações nas condições térmicas da área urbanizada do distrito. Com base nisso, o presente trabalho visa espacializar e verificar se há existência de núcleos de calor ou ilhas de calor, no campo térmico, em situação sazonal de inverno.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Serra integra a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) e situa-se na porção litorânea do Estado do Espírito Santo, entre as coordenadas 20° 08' 45" e 20° 15' 38" Sul e 40° 10' 57" e 40° 22' 10" Leste. Possui área territorial de 554,2 km², sendo 223,7 km² de área efetivamente urbanizada e 28 km de litoral. Limita-se ao norte e ao sul, respectivamente, com os municípios metropolitanos de Fundão, Vitória e Cariacica, o Estado do Espírito Santo. A Oeste faz divisa com o município de Santa Leopoldina e a Leste com o Oceano Atlântico. De acordo com o novo Plano Diretor Municipal de Serra (Lei 3820 de 24/01/2012), a organização do espaço territorial do município é dividida em 5 distritos administrativos e 127 bairros (Figura 1).

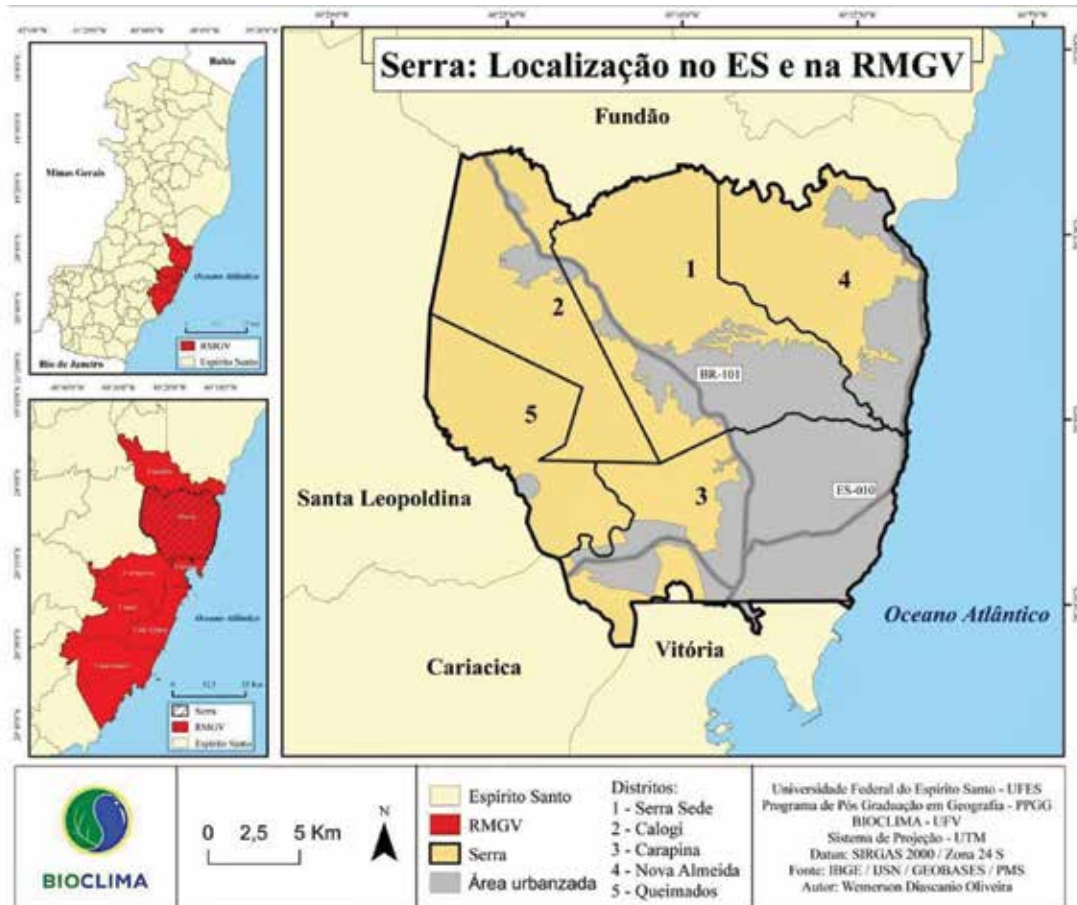
A área de estudo, distrito de Carapina, localiza-se na porção Sul do município de Serra, fazendo divisa com Vitória. Possui 152 km², sendo 46,0% de área urbanizada. É estruturado em 72 bairros e concentra o maior contingente populacional do município, 251.967 hab., sendo 99,99% vivendo na área urbana. Esse distrito se apresenta como o núcleo do município, exercendo intensa centralidade de serviços, comércios e indústrias.

Na primeira metade do século XX, o atual distrito de Carapina era formado por grandes fazendas e um pequeno núcleo urbano, tendo a agricultura e a pecuária como atividades econômicas principais. As áreas mais urbanizadas do distrito estavam localizadas no litoral (FIORETTI, 2014).

Apartir da década de 1971, o município de Serra apresentou grande incremento populacional. Segundo dados do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), entre os anos de 1970 e 2010 a população serrana apresentou um crescimento de mais de 2.417% saltando de 17.286 hab. para 417.893 hab. (Figura 2). Na porção urbana, o crescimento populacional foi mais intenso. No intervalo de apenas 40 anos, a população cresceu 5.200%.

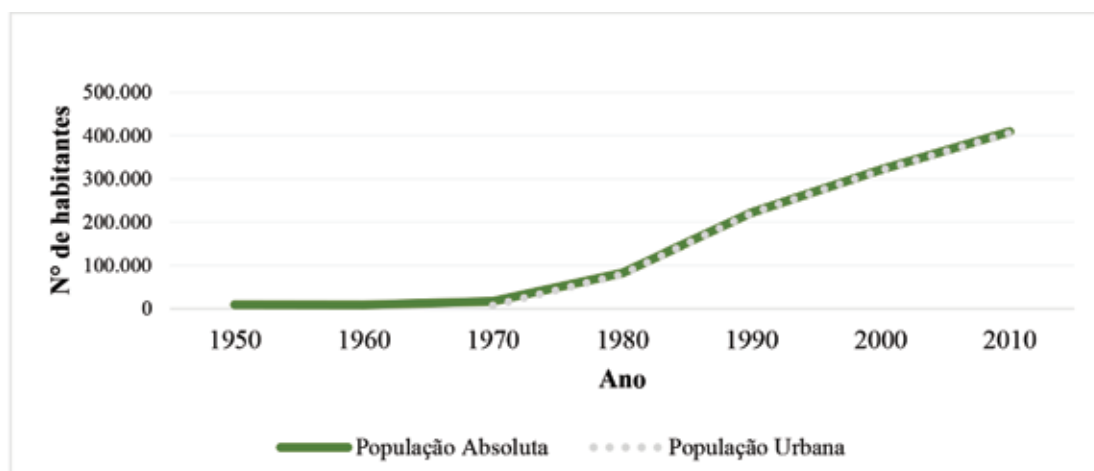
Em 1970, do total de habitantes do município, apenas 7.967 (46,1%) residiam na cidade, enquanto que, no ano de 2010, dos 417.893 moradores de Serra, 415,076 ocupavam a área urbana, fazendo com que o município apresentasse uma taxa de urbanização de 99,8%.

Figura 1: Localização do município de Serra-ES e divisão distrital



Fonte: IBGE. Organizado pelos autores.

Figura 2: Crescimento populacional no município de Serra-ES (1950 - 2017)



Fonte: IBGE Organizado pelos autores.

O processo de urbanização de Serra se deu a partir dos vetores de expansão associados aos novos projetos industriais e aos grandes eixos viários (BR-101 e ES-010). Neste sentido, a malha urbana municipal e a distribuição demográfica se constituíram de modo desequilibrado. A porção oriental de seu território, especialmente o litoral, sudeste e centro, compreendendo os distritos de Serra Sede, Carapina e Nova Almeida possuem maior concentração populacional e urbana. Enquanto a Leste, nos distritos de Queimados e Calogi, pouco se observa de área urbanizada e concentração populacional.

O distrito de Carapina concentra o maior contingente populacional do município, 60,3%. O setor imobiliário tem atuado de maneira dinâmica, tornando o município uma das principais áreas de expansão imobiliária da RMGV.

No Distrito, observa-se no início do séc. XXI, a implantação de condomínios multifamiliares horizontais e um intenso processo de verticalização. Estas novas formas de ordenamento territorial urbano convivem lado a lado com loteamentos populares (legais e ilegais), ocupações e conjuntos habitacionais (CAMPOS JUNIOR; GONÇALVES, 2009).

O município de Serra-ES, por apresentar uma expansão das atividades econômicas de Vitória e do Porto de Tubarão, foi o local de difusão da malha urbana de Vitória. Associado a isso, a Rodovia BR-101 favoreceu a expansão urbana da porção norte da RMGV e concentrou a ocupação às suas margens, conforme pode ser visto na Figura 3.

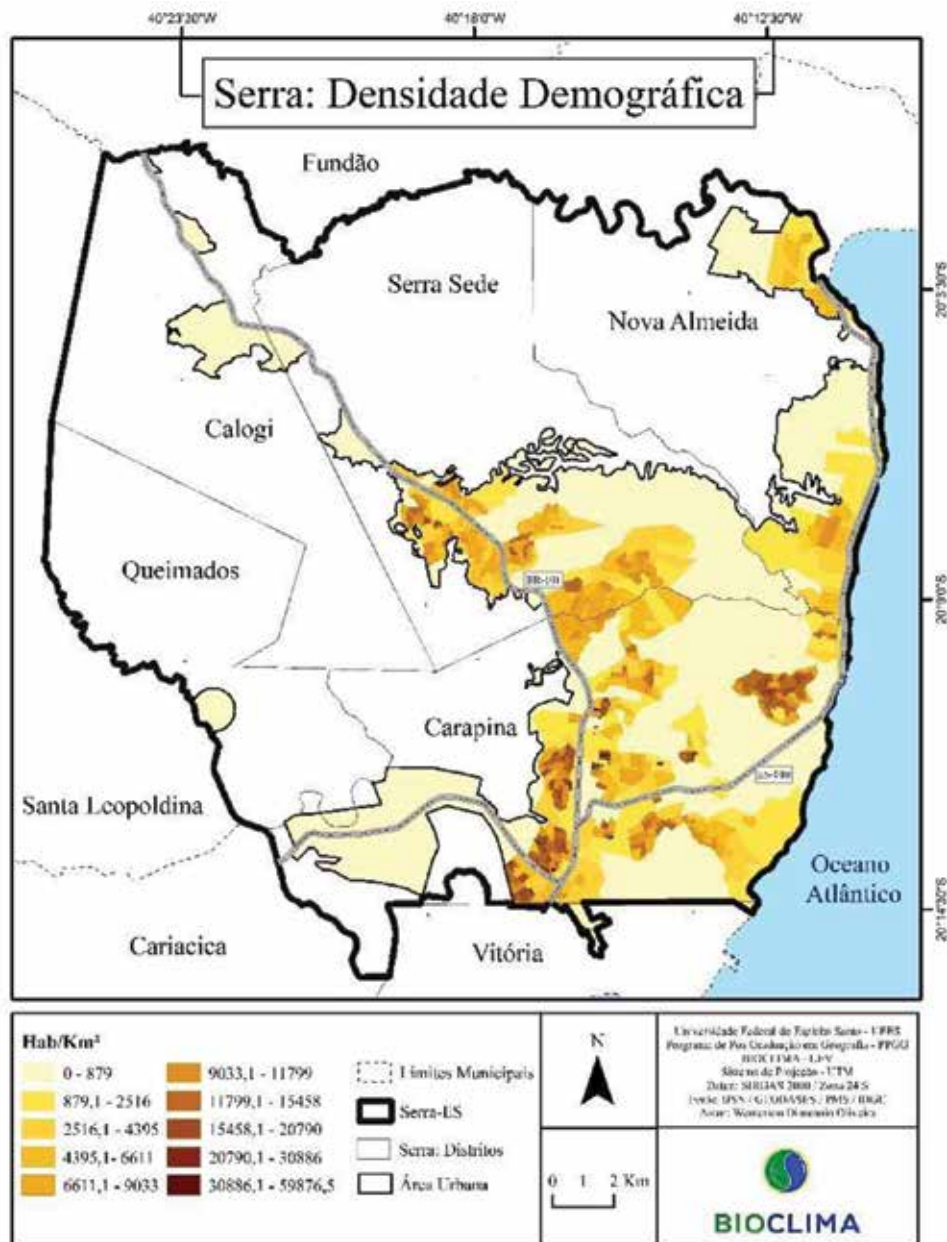
Esses fatores repercutiram na maneira pela qual se ordenou o uso e cobertura da terra no distrito de Carapina (Figura 4). Ao longo das principais vias de acesso à praia, no sentido Leste-Oeste, e a rodovia BR-101, no sentido Norte-Sul, estão, respectivamente, as atividades comerciais e industriais, com muitas fábricas e galpões. A faixa residencial envolve as áreas industriais, que se localizam também próximo às áreas de cobertura vegetal.

O distrito se destaca na dinâmica urbana e populacional do município de Serra. Concentra a maior quantidade de indústrias, possui o maior contingente populacional e a maior densidade demográfica em sua porção urbanizada. Os usos e cobertura da terra são variados, indo desde áreas com grandes concentrações industriais e logísticas, passando por áreas residências e possuindo, ainda, vazios urbanos propícios à expansão urbana.

Do ponto de vista geomorfológico, o município de Serra está inserido em dois grandes domínios morfoestruturais do Espírito Santo, sendo o Domínio Depósito Sedimentares o principal.

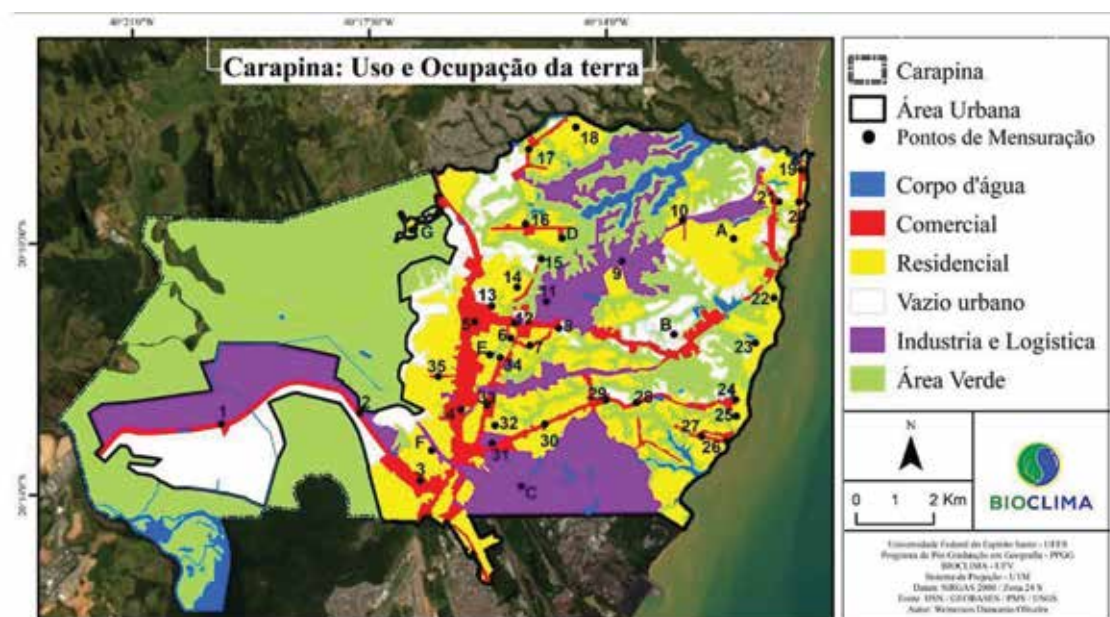
A maior parte do município, assim como toda sua área urbana, se encontra na faixa de 0m a 100m de altitude. A porção urbanizada do distrito de Carapina está assentada em uma área de relevo baixo, atingindo no máximo 50m de altitude.

Figura 3: Densidade demográfica da área urbana do município de Serra-ES, 2010



Fonte: IBGE (2010). Organizado pelos autores.

Figura 4: Usos e ocupação da terra no distrito de Carapina – Serra – ES



Fonte: Prefeitura Municipal de Serra (2014). Organizado pelos autores.

No município de Serra a temperatura média é de 24,5°C, com mínimas de 21,6°C e máximas de 27,7°C. Os meses de janeiro, fevereiro e março apresentam-se como os mais quentes, enquanto as temperaturas mais amenas são registradas nos meses de junho, julho e agosto. O vento predominante é o nordeste, proveniente do oceano Atlântico. No inverno, com a atuação da Massa Polar atlântica (MPA), observa-se predominância de ventos de sudoeste

O município de Serra, por estar situado em uma região litorânea, sofre os efeitos das brisas marítimas e terrestres. Como o continente e o oceano possuem capacidades térmicas distintas durante o dia, a superfície continental apresenta maior aquecimento que a superfície oceânica, fazendo com que as brisas soprem do oceano em direção ao continente. Esse fenômeno é chamado de brisa marítima. Já no período noturno ocorre o inverso. O ar da camada adjacente ao continente se resfria de maneira mais acelerada quando comparada ao oceano. Assim, os ventos do continente invadem o oceano formando a brisa terrestre (OLIVEIRA; SILVA DIAS, 1982).

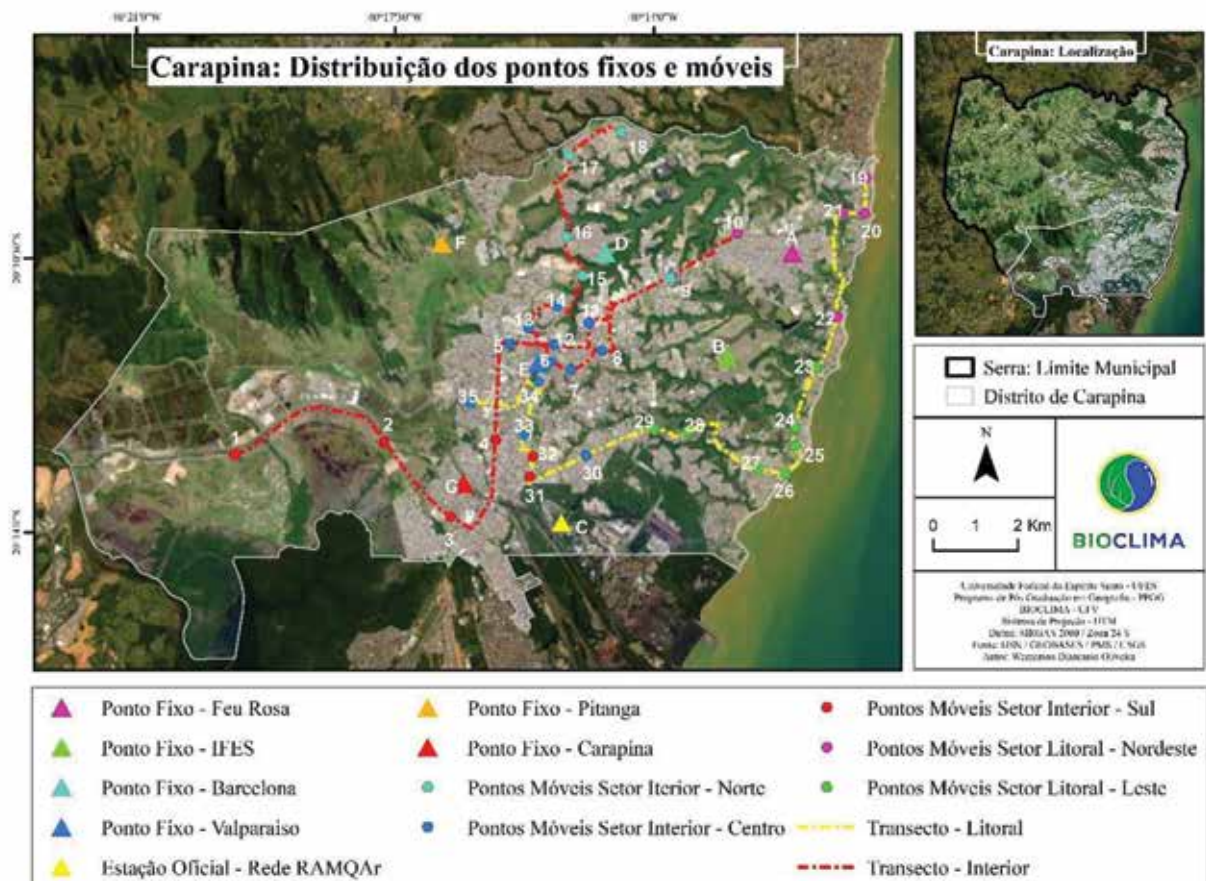
MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos e técnicas utilizados neste estudo foram pautados nas pesquisas desenvolvidas no âmbito do Laboratório de Biogeografia e Climatologia da Universidade Federal de Viçosa (BIOCLIMA-UFV). De acordo com as proposições de Fialho (2009, 2010, 2012 e 2015); Rocha; Fialho (2010), Fialho (2015), Ferreira; Fialho (2016), Fialho *et al.* (2015), Fialho; Quina (2014), Fialho

et al. (2016) e Allocca; Fialho (2019), para a realização do estudo do campo térmico do distrito de Carapina, foi utilizada como técnica de coleta de dados os pontos fixos e os *transects* móveis.

As informações acerca das principais características geourbanas e geológicas do distrito de Carapina subsidiaram o estabelecimento de 6 locais para instalação de miniabrigos meteorológicos fixos e a seleção de 35 pontos de coletas móveis ao longo de 2 *transects*. Além destes, utilizou-se, nesta pesquisa, dados meteorológicos da estação oficial da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (rede RANQAr), totalizando assim 42 pontos de coleta (Figura 5). O distrito de Carapina foi dividido em 5 setores, sendo eles: Setor Litoral Nordeste, Setor Litoral Leste, Setor Interior Norte, Setor Interior Centro e Setor Interior Sul. Em cada um dos setores foi instalado um miniabrigo meteorológico equipado com *dataloggers* de registro automático. Os equipamentos foram programados para aferirem a temperatura e a umidade do ar a cada 10 minutos.

Figura 5: Localização dos pontos fixos e móveis e trajetos dos trasects interior e litoral



Fonte: Elaborado pelos autores.

A fim de assegurar a qualidade dos dados mensurados em campo, garantindo que as variações térmicas apresentadas durante as coletas fossem fruto exclusivamente das características

geourbanas e geoecológicas da área de estudos, os *dataloggers* foram submetidos a procedimentos de calibragem e aferições em laboratório e em campo.

Durante as baterias de testes, os dados oriundos dos *dataloggers* foram analisados através de técnicas estatísticas em que foi averiguada a confiabilidade dos valores registrados pelos equipamentos em relação aos próprios *dataloggers*, em relação à estação automática oficial e à estação convencional.

Além dos pontos fixos, foram definidos 2 *transects* móveis a realizados concomitantemente. A escolha das rotas e dos pontos de medidas móveis buscou abarcar as distintas características geourbanas e geoecológicas de Carapina (Figura 5).

O *transect* 1 chama-se *Transects Interior*. Com 32,4 km de extensão e 18 pontos de coleta (ponto 1 ao 18), inicia no extremo oeste do distrito e percorre toda sua área urbana no sentido norte - sul. Essa rota atravessa a porção mais urbanizada do distrito de Carapina. O *transect* 2 - *Transect Litoral*, possui 20,7 km de extensão e 17 pontos de mensuração (ponto 19 ao 35). Inicia-se a nordeste do distrito, cruza todo o litoral no sentido norte - sul e caminha no sentido leste - oeste para o interior da área urbanizada. Os pontos localizados nesse percurso abarcam áreas verdes, mistas, residenciais, comerciais e industriais.

Para a mensuração dos elementos climáticos (temperatura e umidade do ar) foram utilizados dois equipamentos. Nos pontos fixos utilizaram-se sensores digitais automáticos modelo *datalogger* (HOBO-U-012). Conforme proposta de Lopes e Jardim (2012), os sensores foram afixados em miniabrigos meteorológicos construídos em policloreto de vinila (PVC) e posicionados a 1,5m da superfície.

As coletas móveis foram realizadas com termo-higrômetros digitais modelo Minipa MT-241. Os equipamentos foram abrigados em estrutura de PVC com 100cm de diâmetro e 52cm de comprimento, o qual foi envolto em papel alumínio a fim de proteger o sensor da radiação direta do sol (Figura 6). Os procedimentos técnicos e operacionais para a montagem e manuseio do abrigo móvel seguiram as proposições de Fialho (2002 e 2009).

Figura 6: Datalogger modelo Hobo U – 12 e miniabrigo meteorológico; Termo-higrômetro modelo MINIPA MT – 241 e abrigo de PVC



Fonte: Organizado pelos autores.

A partir dos pontos e rotas previamente estabelecidas, foram realizados dois trajetos de maneira simultânea: o *transects* interior (1) e o *transects* litoral (2). A coleta de dados ocorreu no dia 18/07/2018 (quarta-feira) às 9h00min, 15h00min e 20h00min. Os horários definidos para a realização dos *transects* móveis seguiram as proposições de Fialho (2002 e 2009), Fialho *et al.* (2016) e Allocca e Fialho (2019). No caso da coleta noturna, o horário de coleta foi antecipado por questões de segurança dos pesquisadores.

O tempo decorrido dos trajetos girou em torno de 1h00min. Em alguns períodos do dia, devido ao fluxo mais intenso de carros, o *transect* chegou a durar 1h17min. Porém, no período em que o trânsito estava mais livre, o tempo decorrido foi inferior a 60min. A Tabela 1 é uma síntese com as informações acerca dos episódios de coleta. Os dados de temperatura do ar coletados, a partir dos *transects* móveis, não medem as variáveis climáticas de forma sincrônica nos diferentes pontos.

Tabela 1: Síntese das informações referentes ao episódio de coleta de dados

Data	Estação do Ano	Período	Rota	Horário inicial	Horário final	Tempo Total Decorrido
18/7/2018 Quarta Feira	Inverno	Manhã	Transecto Interior	09h00min.	10h:17min	1h:17min (77 min)
			Transecto Litoral	09h00min.	10h:16min	1h:16min (76 min)
		Tarde	Transecto Interior	15h00min.	16h:13min	1h:13min (73 min)
			Transecto Litoral	15h00min.	16h:09min	1h:09min (69 min)
		Noite	Transecto Interior	20h00min.	21h:06min	1h:06min (66 min)
			Transecto Litoral	20h00min.	20h58min	<1h (58 min)

Fonte: Organizado pelos autores.

Devido à defasagem de tempo, os valores podem apresentar alterações decorrentes do aquecimento ou resfriamento atmosférico ao longo do tempo decorrido do trajeto. Visando minimizar esse efeito, a literatura propõe a correção dos valores de temperatura a partir de dados de uma estação fixa (CHARABI, 2000; FIALHO, 2009; CORREA, 2014; LECONTE, 2015; FIALHO *et al.*, 2015; ALONSO, 2017).

Considerando a grande extensão da área de estudo, assim como sua heterogeneidade geourbana e geoecológica, esta pesquisa efetuou a correção dos dados de maneira setORIZADA, conforme proposta de Allocca (2018) e Oliveira (2018 e 2019). Assim, os valores de temperatura oriundos das coletas móveis foram corrigidos a partir de um ponto fixo localizado no seu setor. A correção foi realizada a partir da seguinte equação:

Equação 1: Equação de correção dos dados diurnos e noturnos dos transects móveis.

$$T = T_{sc} \pm (t_d \times \frac{\Delta T}{\Delta h})$$

T (temperatura corrigida); T_{sc} (temperatura sem correção); T_d (tempo decorrido); ΔT (variação de temperatura); Δh (variação horária)

Os pontos fixos foram programados para mensurar os dados de temperatura a cada 10 minutos. Para executar a correção, observa-se no ponto fixo a variação da temperatura desde o início do *transect* até o momento da leitura do ponto móvel. Em seguida, divide-se esta variação de temperatura pela variação horária em minutos, também do início do *transect* até o momento da coleta móvel. A razão desse cálculo gerará a variação da temperatura por minuto e este valor será multiplicado pelo tempo decorrido do trajeto até o momento. Quando se observa resfriamento do ar atmosférico no intervalo de tempo calculado, o produto é adicionado ao valor sem correção. Nos momentos em que se observa aquecimento atmosférico, subtrai-se o produto da temperatura aferida no ponto móvel.

Uma das técnicas utilizadas na mensuração da influência do desenho urbano no microclima é o *Sky View Factor* (SVF) ou Fator de Visão do Céu. Com base na proposta de Collischonn; Ferreira (2015) e Ferreira; Fialho (2016) foi quantificado o grau de obstrução da abóbada celeste de cada um dos pontos de coleta fixos e móveis e, em seguida, foram classificados em alta, média e baixa obstrução (Tabela 2). Além disso, também foi quantificado o número de horas em que cada ponto de coleta ficou exposto aos raios do sol.

Tabela 2: Classes de obstrução do céu

Classes de obstrução	Valores de SVF
Alta Obstrução	0 – 0,400
Obstrução Moderada	0,401 – 0,700
Baixa Obstrução	0,701 – 1

Fonte: Collischonn e Ferreira (2015).

Após o levantamento das informações geológicas e geourbanos, foram realizadas correlações de Pearson (Tabela 3) entre os fatores e os valores de temperatura. As correlações foram realizadas no software InfoStat/F. Di Rienzo *et al.* (2012). Os valores de referência seguiram as orientações presentes no manual do programa, sendo eles:

Tabela 3: Valores de referência da correlação de Pearson

Correlação de Pearson		Significância (p-value)	
0.00 a 0.19	Bem Fraca	= 0,05	Boa
0.20 a 0.39	Fraca	< 0,05	Muito Boa
0.40 a 0.69	Moderada		
0.70 a 0.89	Forte		
0.90 a 1.00	Muito Forte		

Fonte: InfoStat/F. Di Rienzo *et al* (2012).

Para o acompanhamento da dinâmica atmosférica foram utilizadas cartas sinóticas e imagens de satélite disponíveis, respectivamente, nos sites da Marinha do Brasil – Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH) e no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos (CPTEC/INPE). Os parâmetros climáticos foram observados junto aos dados da rede de estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar (RAMQAr), pertencentes ao Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

A espacialização dos dados térmicos foi realizada utilizando o interpolador IDW (*Inverse Distances Weigth*), presente no software ArcMap 10.1. O IDW baseia-se na dependência espacial entre os valores de cada ponto. Assim, quanto mais próximos estiverem os pontos, maior será a correlação entre eles. Este interpolador utiliza o método estatístico “inverso da distância²”.

A escolha pela utilização do método geoestatístico IDW se justificou pela maior precisão e fidelidade apresentado pelo seu produto cartográfico ao banco de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nesse cenário, a pesquisa iniciou o seu levantamento de dados na situação de inverno. Observa-se no mosaico de cartas sinóticas (Figura 7) a presença da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) sobre o oceano nos dias de pré-coleta (16/07 e 17/17) durante o trabalho de campo (18/07) e nos dias subsequentes (19/07 e 20/07).

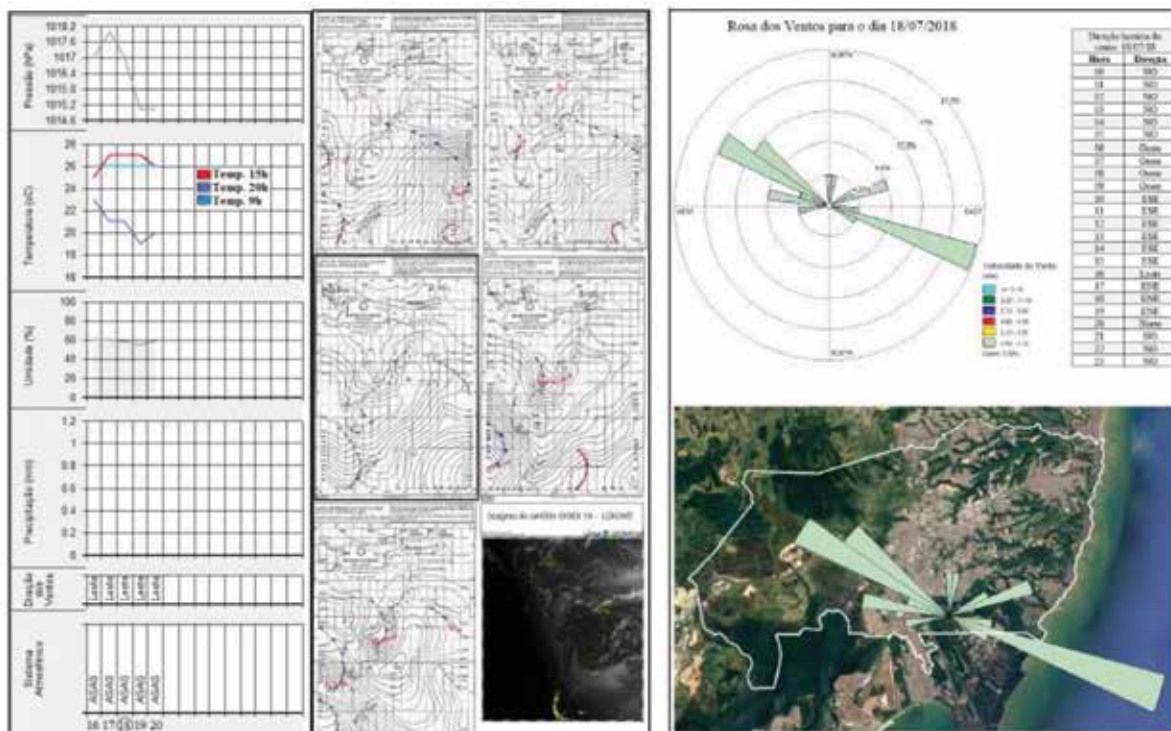
O escoamento de umidade do oceano em direção ao continente, decorrente da atuação da ASAS, acarretou a presença de nebulosidade no início da manhã, entre os dias 16/07 e 20/07, que se dispersava no decorrer do período matutino. Nos períodos da tarde e da noite o céu manteve-se aberto, não houve eventos de precipitação e os ventos mantiveram-se fracos.

No dia 18/07, data do episódio de coleta de dados, os ventos predominaram nos quadrantes Noroeste e Sudeste e mantiveram-se com baixa intensidade ao longo de todo o dia (Figura 7).

Entre 00h00min e 09h00min os ventos predominantes sopraram de Noroeste e Oeste. A partir do aquecimento continental no período matutino, observa-se a inversão da direção dos ventos que, entre 10h00min e 19h00min, passam a originar-se de ESE/Leste/ENE. Essa

mudança está associada ao aumento do gradiente térmico terra-mar, gerando a atuação dos ventos de brisa marítima. Entre 20h00min e 23h00min os ventos voltam a soprar do continente em direção ao oceano.

Figura 7: Análise rítmica e cartas sinóticas dos dias 16/07–20/07 e vento (18/07/2018)



Fonte: Marinha do Brasil, CPTEC/INPE. Elaborado pelos autores.

ANÁLISE EPISÓDICA DA COLETA DE INVERNO – 09H00MIN

O campo térmico referente às 9h00min apresentou gradiente térmico de 15,6°C. As temperaturas oscilaram entre 21,2° (PF) e 36,6°C (P22). A média térmica para esse horário foi de 27,6°C, sendo que a maior parte dos pontos de coleta ficou abaixo dos 30°C.

Os registros de temperatura realizados nesse horário apresentaram variação muito elevada devido às condições de nebulosidade. A maior parte dos dados foi coletada com sol entre nuvens ou coberto totalmente pela nebulosidade, entretanto alguns pontos de coleta tiveram seus registros efetuados sob incidência direta da radiação solar, fazendo com que os termômetros registrassem temperaturas mais elevadas.

Na Figura 8 é possível notar um padrão heterogêneo no comportamento da temperatura. A maior parte dos pontos de coleta está abaixo da faixa dos 28,5°C, sendo os pontos fixos PA, PB, PC,

PD, PE, PF e PG (com temperaturas variando entre 21,2°C - PF e 24,6°C - PC) e os pontos móveis P1, P2, P16, P21, P28, P29, P30, P33, P34 e P35 (com oscilação entre 25,4°C - P33 e 26,8°C - P21/P30) os que apresentaram os menores valores térmicos.

O mapa termal apresenta dois ramos¹ de maior aquecimento, o ramo Leste, formado pelos pontos P22, P23, P24, P25 e P26, com temperaturas variando entre 28,2°C (P26) e 36,8°C (P22) e o ramo Centro, formado pelos pontos P6, P7, P8, P12, P13 e P14, com oscilação térmica entre 28,2°C (P11) e 31,2°C (P8 e P14) (Figura 8).

Conforme dito anteriormente na análise sinótica, na coleta de dados realizada às 9h00min do dia 18/07 o céu estava parcialmente nublado em decorrência do transporte de umidade ocasionado pela presença do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) no oceano Atlântico. Essa condição de nebulosidade afetou diretamente nos valores de temperatura registrados nos termômetros, uma vez que em alguns pontos não havia a presença direta da insolação, em outros se observava nebulosidade fraca e uma pequena parte dos pontos estavam expostos diretamente aos raios do sol.

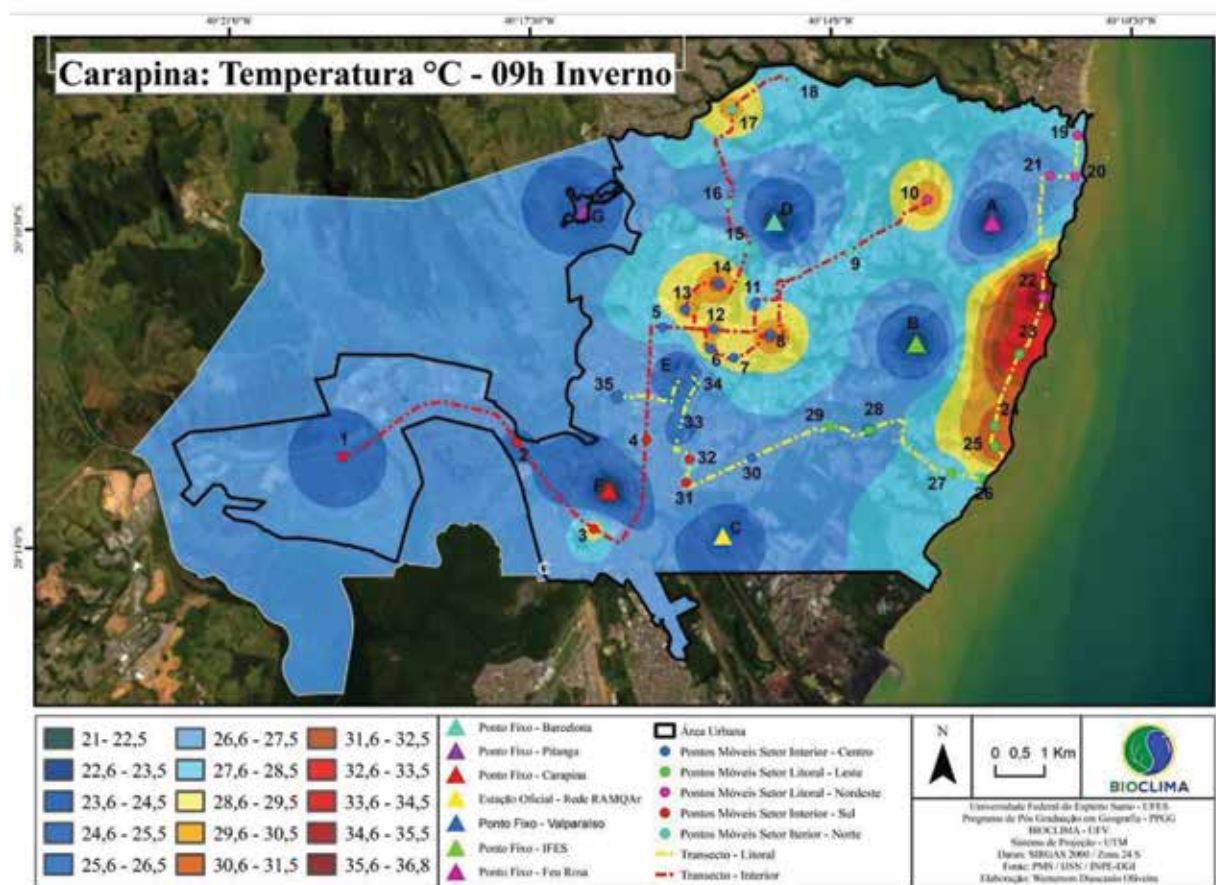
O ramo de aquecimento Leste apresentou os maiores valores térmicos, registrando temperaturas até 9,2°C acima da média da coleta matutina. Os pontos que formam este ramo de temperaturas elevadas (P22, P23, P24, P25 e P26) estiveram sob radiação solar direta no momento de seus registros termais, contribuindo de maneira efetiva para a elevação das temperaturas. Essa tendência também foi observada pela análise de Pearson, em que a relação entre a temperatura do ar e luminosidade (Lux) foi moderada e de muito boa significância (Tabela 4).

O ramo de aquecimento Centro (P6, P7, P8, P12, P13 e P14) registrou valores de temperatura até 3,6°C mais elevados que a média térmica da coleta das 9h00min. Os pontos 13 e 14 estiveram expostos diretamente aos raios solares no momento da leitura dos termômetros, sendo, possivelmente, o fator mais preponderante na caracterização de seus valores termais, uma vez que estão dispostos em área de baixa geração de calor antropogênico, com uso predominantemente residencial, baixa densidade demográfica e fluxo de veículos de baixa intensidade. Tendência verificada pela moderada correlação, porém de muito boa significância entre os dados de temperatura e a luminosidade (Lux) (Tabela 4).

Os pontos P6, P7, P8 e P12 são pertencentes ao ramo de aquecimento Centro. Esses pontos estão dispostos em duas das principais vias de circulação do distrito, as avenidas Central e Eldes Scherer de Souza, ambas com fluxo de veículos de intensidade alta. Além disso, estão localizadas em área comercial e de alta densidade demográfica. Esses fatores podem ter contribuído para a elevação das temperaturas, ocasionada pela geração de calor antropogênico, associada à inércia térmica dos materiais construtivos, caracterizados por alta capacidade de retenção de calor.

¹ A terminologia RAMO será utilizada ao longo do texto para designar conjuntos de pontos ou áreas com valores de temperatura do ar semelhantes, independentemente dos fatores responsáveis pelo comportamento térmico dos pontos observados.

Figura 8: Campo térmico do distrito de Carapina – 09h00min – Inverno



Fonte: Bioclíma. Elaborado pelos autores.

Tabela 4: Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 09h00min

Temperatura	Fatores	Pearson	p-value
Temperatura – 09h °C	Altitude	-0,16	0,3144
Temperatura – 09h °C	Radiação Solar	0,04	0,8158
Temperatura – 09h °C	Distância Linha de Costa	-0,33	0,0311
Temperatura – 09h °C	Velocidade Vento	-0,13	0,4169
Temperatura – 09h °C	Índice de Vegetação	-0,24	0,1198
Temperatura – 09h °C	Sky View Factor	0,17	0,2846
Temperatura – 09h °C	Intensidade do Tráfego	0,25	0,1115
Temperatura – 09h °C	Umidade	-0,63	<0,0001
Temperatura – 09h °C	Horas de Sol	0,30	0,0515
Temperatura – 09h °C	Lux	0,49	0,0011
Temperatura – 09h °C	Densidade Demográfica	-0,29	0,0606

Fonte: Bioclíma. Organizado pelos autores.

Entretanto, não se pode desconsiderar a possibilidade desses locais terem recebido radiação direta do Sol momentos antes da efetivação dos registros térmicos, uma vez que nenhum dos pontos possui obstrução natural ou antrópica para a entrada de insolação no período matutino.

Na análise referente às 9h00min. Os fatores antrópicos, como densidade demográfica, uso e ocupação da terra, tráfego veicular, densidade das construções, materiais construtivos, entre outros não apresentaram grande influência no comportamento do campo térmico (Tabela 4). Este fato pode estar associado à condição de nebulosidade e às diferenças nas entradas de radiação solar direta nos pontos de coleta, fazendo com que os efeitos dos atributos humanos na temperatura fossem minimizados.

Assim, neste horário de coleta de dados, sob condição de céu coberto por nebulosidade, não foi possível identificar a formação de ilhas de calor, uma vez que não ficam claros os fatores responsáveis pelo aquecimento mais elevado dos pontos de coleta.

ANÁLISE EPISÓDICA DA COLETA DE INVERNO – 15H00MIN

O gradiente térmico vespertino foi de 8,2°C, sendo 34°C (P15) a temperatura máxima registrada nesse horário e 25,8°C (P19) a temperatura mínima. A partir do meio da manhã o céu não apresentava mais a nebulosidade observada na coleta matutina. Assim, os *transects* realizados às 15h00min ocorreram sob condição de céu claro, tempo estável e ventos com baixa velocidade. Essa condição de estabilidade atmosférica fez com que o gradiente térmico das 15h00min (8,2°C) fosse menor que o observado às 9h00min (15,6°C).

A média térmica para esse horário foi de 31,1°C e a maior parte dos pontos de coleta apresentou valores de temperatura acima dos 28,0°C. O comportamento das temperaturas às 15h00min do dia 18/07 apresentou-se crescente do litoral em direção ao interior do distrito de Carapina. Esse comportamento não se manifestou nas análises litorâneas de Corrêa (2014), na cidade de Vitória-ES, e de Garcia e Pardo (2017), na cidade espanhola de Lloret del Mar.

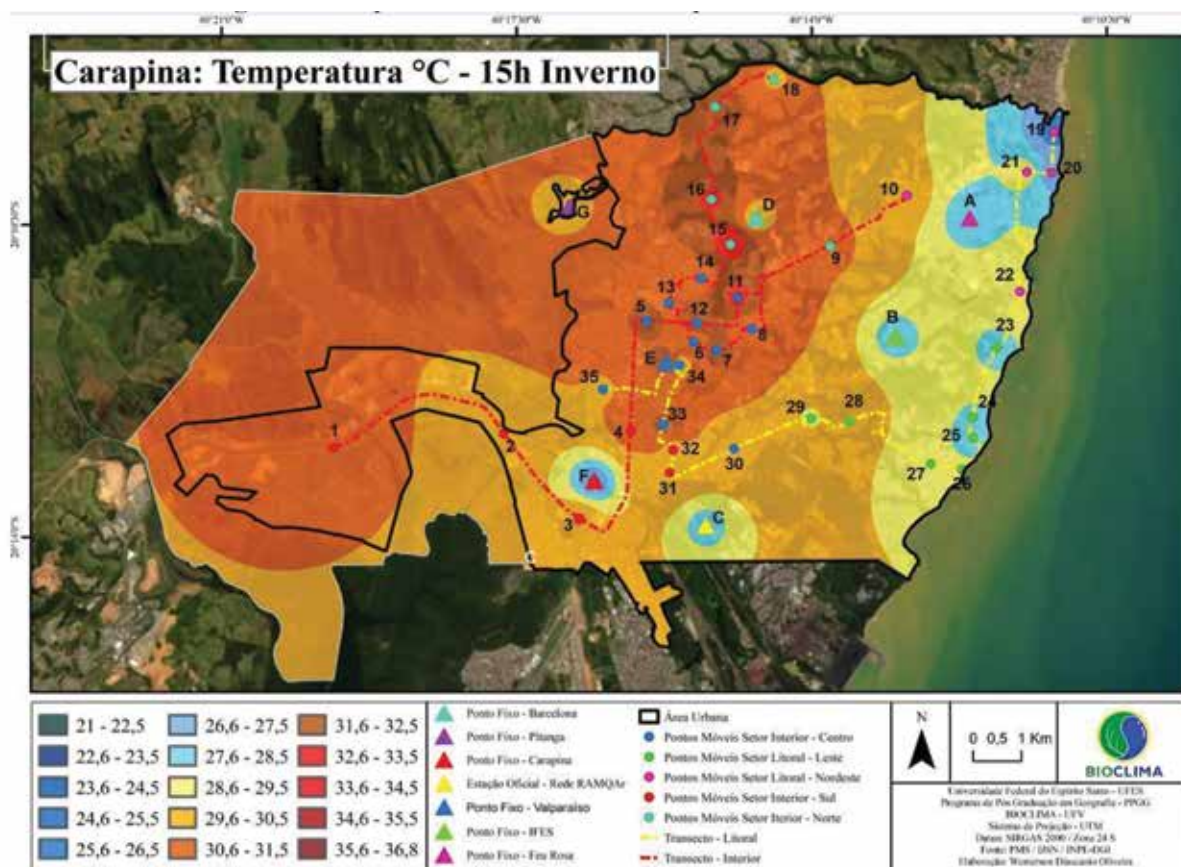
Na capital capixaba as áreas mais aquecidas do período vespertino se localizaram ao Norte e ao Sul e o litoral não se mostrou com temperaturas tão inferiores à porção interiorana.

A grande quantidade de prédios de elevados pavimentos dificulta a entrada dos ventos de brisa marítima, acabando por não amenizar as temperaturas do ar logo atrás dos prédios da costa (CORREA, 2014).

Já na cidade espanhola o campo térmico mostrou padrão inverso ao observado em Carapina, ou seja, as temperaturas do litoral se mostraram mais aquecidas que o interior. Segundo Garcia e Pardo (2017), as áreas litorâneas possuem um grande fluxo de pessoas e veículos decorrentes da intensa atividade turística da região, fazendo com que as temperaturas no litoral se elevem. Além disso, assim como observado na capital capixaba por Correa (2014), Garcia e Pardo (2017), que apontam a verticalização da costa como fator inibidor da ação dos ventos no litoral. No caso da

coleta das 15h00min, pode-se destacar um ramo com temperaturas mais amenas disposto no litoral (ramo Litoral), e um outro ramo localizado no interior do distrito com temperaturas mais elevadas (ramo Centro-Norte) (Figura 9).

Figura 9: Campo térmico do distrito de Carapina – 15h00min – Inverno



Fonte: Bioclima. Elaborado pelo autores.

O ramo Litoral é composto por pontos de coleta dos setores Litoral Nordeste e Litoral Leste. Nessa área as temperaturas foram inferiores às 29,5°C. Já o ramo de aquecimento centro-norte está localizado na porção Oeste da área urbana do distrito de Carapina, abarcando pontos de coleta dos setores Interior Sul, Interior Norte e Interior Centro. Nesses pontos as temperaturas foram superiores a 30,6°C.

O ramo Litoral é composto pelos pontos de coleta PA, PB, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26 e 27 (Figura 9). Nessa área a temperatura média foi de 28°C, sendo 25,8°C (P19) o valor mais baixo registrado e 29,5°C (P22) a maior temperatura do ramo. Observa-se que o comportamento termal das 15h00min de inverno é fruto, especialmente, da associação entre as características e dinâmicas urbanas locais e a atuação dos ventos de brisa.

Os pontos de coleta do ramo Litoral são, predominantemente, de uso residencial (mais de 55,0%) (Figura 4), sendo que os pontos de uso comercial não apresentam grande atividade,

caracterizando-se por um comércio local. As residências localizadas nessa região são, em sua maioria, de padrão econômico mais elevado, construídas por matérias de melhor qualidade, com baixa capacidade de retenção de calor e alto calor específico. A área possui baixa densidade demográfica e o tráfego veicular é de média e baixa intensidade (mais de 75,0%). Essas características dotam a área de pouca capacidade de geração de calor antropogênico.

Além das características relacionadas aos aspectos urbanísticos e construtivos, outro fator que mostrou grande influência no comportamento térmico do ramo Litoral é a proximidade dos pontos de coleta em relação à orla. Esta tendência pode ser observada na Tabela 5, em que a correlação entre a temperatura e a distância dos pontos em relação à linha de costa foi moderada e de muito boa significância.

Tabela 5: Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 15h00min

Temperatura	Fatores	Pearson	p-value
Temperatura – 15h °C	Altitude	0,69	<0,0001
Temperatura – 15h °C	Radiação Solar	0,04	0,7883
Temperatura – 15h °C	Distância Linha de Costa	0,55	0,0002
Temperatura – 15h °C	Velocidade Vento	-0,11	0,4727
Temperatura – 15h °C	Índice de Vegetação	-0,22	0,1696
Temperatura – 15h °C	<i>Sky View Factor</i>	0,10	0,5211
Temperatura – 15h °C	Intensidade do Tráfego	0,50	0,0008
Temperatura – 15h °C	Umidade	-0,64	<0,0001
Temperatura – 15h °C	Horas de Sol	-0,10	0,5453
Temperatura – 15h °C	Lux	0,10	0,5304
Temperatura – 15h °C	Densidade Demográfica	0,04	0,7908

Fonte: Bioclima. Organizado pelos autores.

Conforme se observa na Figura 7, os ventos começaram a soprar do oceano em direção ao continente (quadrante ESE) às 10h00min. Neste sentido, como os pontos de coleta desse ramo de temperaturas amenas possuem baixo adensamento urbano, com valores de SVF variando entre alto (70,0% dos pontos) e moderado (30,0% dos pontos), pode-se presumir que a morfologia urbana favorável à ventilação, associada à entrada de brisa marítima (favorecida pela localização dos pontos nas proximidades da orla) ajudaram na dispersão do calor irradiado pela superfície e transportaram o calor sensível desses locais para outras áreas do distrito.

O ramo de aquecimento Centro-Norte é composto pelos pontos PE, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P11, P12, P13, P14, P15, P17 e P33). A temperatura nessa área oscilou entre 30,6°C (P14) e 34°C (P15), sendo 31,9°C a temperatura média desse ramo.

Como pode ser demonstrado pela análise de Pearson (Tabela 5), as temperaturas mais elevadas dessa porção do distrito, em comparação ao restante da área urbana de Carapina, podem

estar associadas, especialmente, à distância dos pontos de coleta em relação a linha de costa, à geração de calor antropogênico e às características de uso e ocupação da terra.

Os ventos de brisa marítima mostraram-se mais atuantes nas proximidades da orla, tendo um efeito amenizador das temperaturas nos pontos de coleta litorâneos. Já nos pontos interioranos, os obstáculos gerados pela morfologia urbana inibem a sua penetração e dificultam a dispersão do calor sensível para as camadas mais altas da atmosfera. Além disso, o calor gerado nos setores Litoral Leste e Litoral Nordeste pode ser transportado pelo movimento horizontal dos ventos para os setores mais distantes do litoral, acentuando o aquecimento do interior da área urbana do distrito de Carapina em relação ao seu litoral.

Esse comportamento pode ser notado no quadro 5, em que a correlação entre os valores de temperatura e a distância em relação à linha de costa mostrou-se moderada positiva e de muito boa significância.

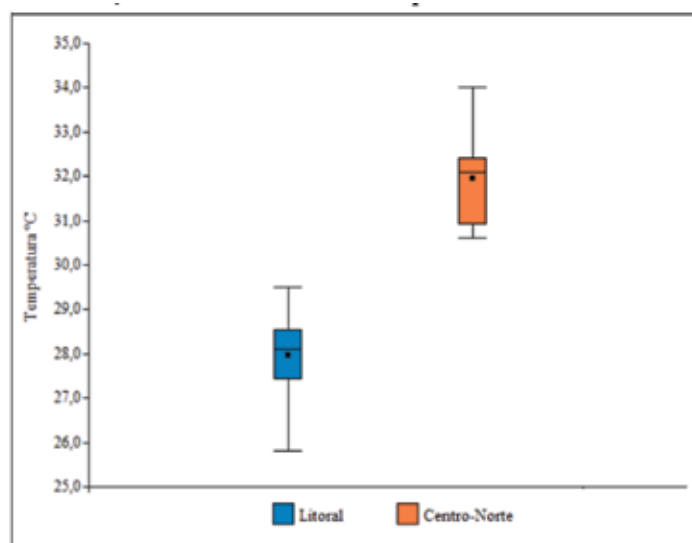
Outro importante aspecto a ser considerado na análise da configuração térmica do ramo de aquecimento Centro-Norte é a grande geração de calor antropogênico advindo do intenso tráfego veicular. A maior parte dos pontos de coleta desse ramo está inserido em importantes vias de circulação de veículos leves e pesados, sendo a maior parte de alta intensidade (78,5%) (BR101, a Av. Norte Sul, a Av. Eldes Scherer de Souza e a Av. Central de Laranjeiras). Essa relação também é apontada pela análise de Pearson, em que a correlação entre os valores de temperatura e a intensidade do tráfego veicular apresentou-se moderada e de muito boa significância (Tabela 5).

As características construtivas dos pontos que compõem o ramo de aquecimento Centro-Norte também se configuram como condicionantes fundamentais para o aquecimento dessa porção do distrito de Carapina.

A maior parte dos pontos de coleta desse ramo é classificada como de uso comercial ou indústria e logística (71,0%), caracterizados por se constituírem de materiais de baixo calor específico e alta capacidade de retenção de calor. Além disso, essa porção do distrito apresenta elevado adensamento urbano (Figuras 5). Associado ao padrão construtivo observa-se a entrada de radiação solar direta nos pontos de coleta desde as primeiras horas da manhã, uma vez que 100% dos locais de mensuração possuem baixa ou média obstrução da abóbada celeste e não possuem obstáculos que impeçam a entrada da luz solar nos períodos matutinos e vespertinos.

Conforme observado por Moura *et al* (2008) na cidade de Fortaleza, o padrão homogêneo da massa edificada, com ausência de verticalização e baixo percentual de vegetação, pode acelerar o aquecimento superficial e, conseqüentemente, aquecer o ar sobrejacente por convecção. A análise dos condicionantes geourbanos e geoecológicos associados à configuração do campo térmico referente às 15h00min do dia 18/07, permite considerar a formação de uma ilha de calor de média a muito forte magnitude, apresentando gradiente térmico médio de 2,9°C e máximo de 8,2°C entre o ramo de temperaturas amenas localizado na região litorânea e o ramo de aquecimento Centro-Norte (Figura 10).

Figura 10: Variação térmica entre os ramos quentes e frios – 15h00min – Inverno



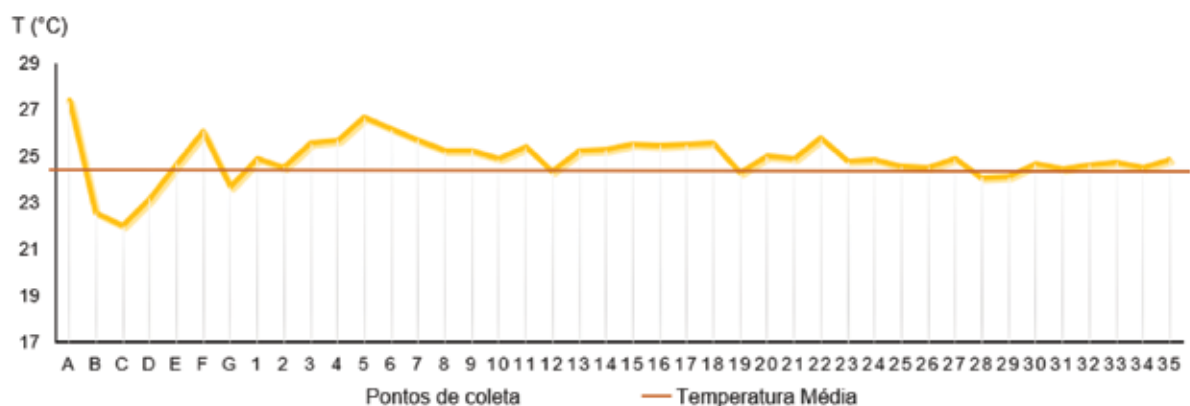
Fonte: Bioclima. Organizado pelos autores.

A maior diferença de temperatura foi registrada entre os pontos P19 (25,8°C) e P15 (34,0°C). A maior parte dos pontos de coleta do ramo Litoral registraram valores termais abaixo dos 29,0°C (80,0%). Já nos pontos aquecidos do ramo Centro-Norte predominaram temperaturas superiores a 31,0°C (71,0%).

ANÁLISE EPISÓDICA DA COLETA DE INVERNO – 20H00MIN

A análise das temperaturas coletadas às 20h00min mostra um comportamento praticamente homogêneo. Não foi possível observar nenhum ramo com valores de temperatura discrepantes, destacando-se apenas alguns pontos de coleta que apresentam registros termais mais elevados e mais amenos que o comportamento médio do conjunto de dados noturnos (Figura 11). O gradiente térmico noturno da coleta de dados de inverno foi de 5,4°C. As temperaturas oscilaram entre 22,0°C (PC) e 27,4°C (PA) e a média térmica ficou em 24,9°C.

Figura 11: Comportamento da temperatura do ar nos pontos de coleta fixos e móveis – 20h00min – Inverno

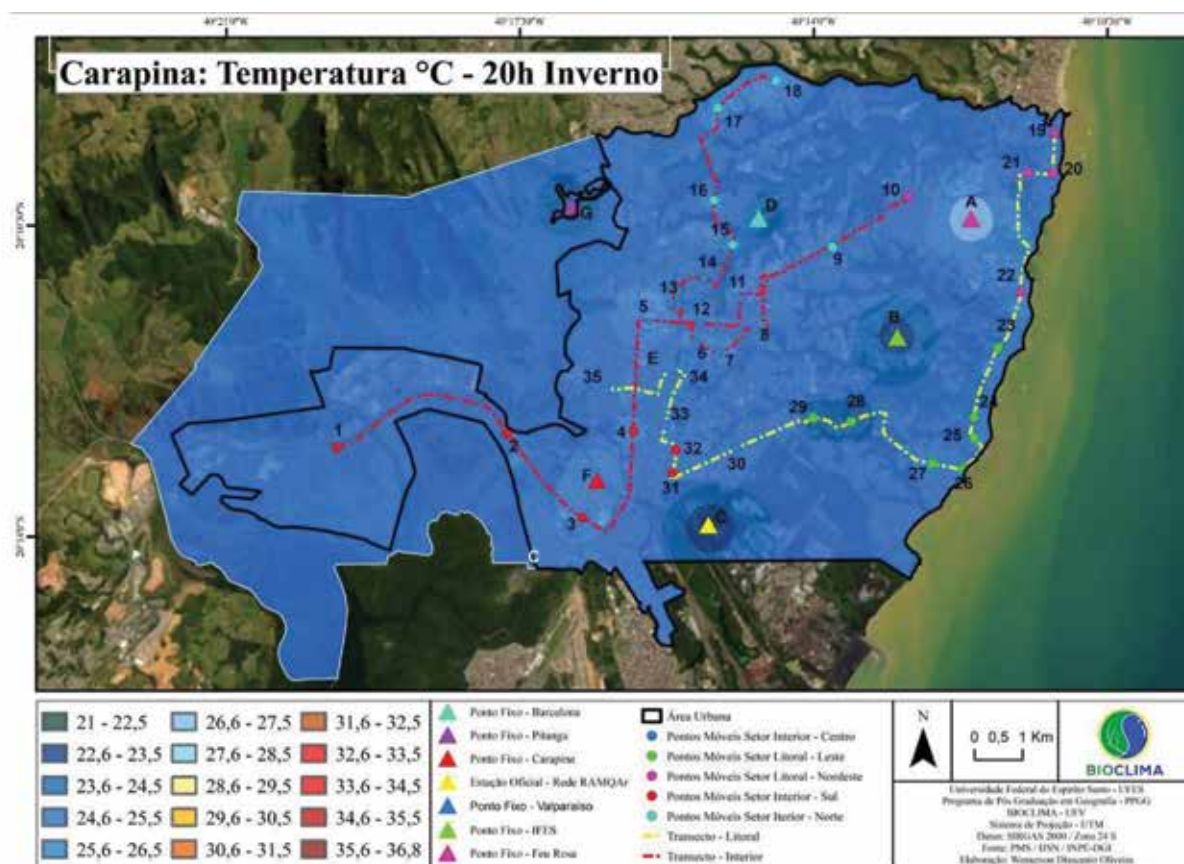


Fonte: Bioclima. Organizado pelos autores.

A maior parte dos pontos de coleta (83,0%) registraram temperaturas entre 24,1°C e 25,8°C, apresentando variação térmica de apenas 1,7°C. Os locais que apresentaram os maiores valores de temperatura são representados pelos pontos PA (27,4°C), PF (26,1°C), P5 (26,7°C) e P6 (26,2°C). Já as áreas com temperaturas mais amenas estão localizadas nos pontos PB (22,6°C), PC (22°C), PD (23,2°C) e PG (23,7°C) (Figura 12).

Os valores mais elevados de temperatura do ar dos pontos PA e PF podem estar associados, especialmente, aos baixos índices de S.V.F. e às características de cobertura da terra. Esses locais apresentam, respectivamente, moderada e alta obstrução da abóbada celeste. Os obstáculos construtivos dificultam a dispersão do calor irradiado pela superfície, podendo tornar os mesmos mais aquecidos no período noturno. Além disso, os dois pontos estão inseridos em áreas de alta densidade demográfica e com elevado adensamento urbano.

Figura 12: Campo térmico do distrito de Carapina – 20h00min – Inverno



Fonte: Bioclima. Elaborado pelos autores.

Nesses pontos observa-se que o índice de vegetação é extremamente baixo e a superfície apresenta-se altamente impermeabilizada. Essas características superficiais podem acarretar maior acúmulo de calor e dificultar o resfriamento noturno, fator delineado pela análise de Pearson, em que mostra correlação negativa moderada e de muito boa significância entre os dados de temperatura e os índices de vegetação (Tabela 6).

Já os pontos aquecidos P6 e P7, além de também apresentarem obstrução moderada da abóbada celeste, superfície com baixíssimos índices de vegetação, e constituírem áreas impermeabilizadas, apresentam acentuada atividade comercial e tráfego de veículos de alta intensidade. O tráfego de veículos é apontado pela análise de Pearson como um dos principais fatores responsáveis pela configuração do campo térmico noturno do distrito de Carapina. Segundo a análise, a correlação entre os valores de temperatura e a intensidade do tráfego veicular é fraca, porém de boa significância (Tabela 6).

Os pontos PA, PF, P5 e P6 apresentam em comum característica que contribuem para a retenção de calor no período noturno. Como apontado por Amorim (2010) e Nóbrega *et al* (2016), nas áreas densamente construídas os materiais superficiais impermeáveis e os baixos índices de

vegetação fazem com que o calor acumulado ao longo do dia seja liberado lentamente após o pôr do sol, tornando essas áreas da cidade mais aquecidas no período noturno.

Tabela 6: Resultados da análise de Pearson referente ao campo térmico das 20h00min

Temperatura	Fatores	Pearson	p-value
Temperatura – 20h °C	Altitude	0,11	0,4931
Temperatura – 20h °C	Radiação Solar	0,05	0,7639
Temperatura – 20h °C	Distância Linha de Costa	0,12	0,4557
Temperatura – 20h °C	Velocidade Vento	-0,07	0,6601
Temperatura – 20h °C	Índice de Vegetação	-0,39	0,0097
Temperatura – 20h °C	<i>Sky View Factor</i>	-0,21	0,1926
Temperatura – 20h °C	Intensidade do Tráfego	0,29	0,0595
Temperatura – 20h °C	Umidade	-0,45	0,0025
Temperatura – 20h °C	Horas de Sol	0,09	0,2496
Temperatura – 20h °C	Densidade Demográfica	0,22	0,1552

Fonte: Bioclima. Organizado pelos autores.

Os pontos que registraram as temperaturas mais amenas na coleta noturna de inverno (PB-22,6°C, PC- 22,0°C, PD- 23,2°C e PG- 23,7°C) apresentam características semelhantes quanto às características superficiais e às dinâmicas urbanas. Todos esses pontos possuem índices de vegetação elevados e baixa intensidade de tráfego veicular, dois dos principais fatores apontados pela correlação de Pearson como responsáveis pela configuração do campo térmico do distrito (Tabela 6).

Além disso, esses pontos de coleta possuem valores muito altos de S.V.F., fazendo com que o calor armazenado nas superfícies ao longo do dia consiga se dissipar com facilidade ao anoitecer. Apesar da aparente homogeneidade do campo térmico noturno da coleta de inverno, é possível considerar a formação de um arquipélago de calor, com pontos quentes e frios espalhados pelo tecido urbano do distrito de Carapina (Figura 12).

Entre os pontos de destaque, a maior diferença térmica observada é de 5,4°C, representada pelos pontos PA (27,4°C) e PC (22,0°C), caracterizando uma ilha de calor de forte magnitude. Já o menor gradiente de temperatura é formado pelos pontos PF (26,1°C) e PG (23,7°C), formando uma ilha de calor de média magnitude (2,4°C) (Figura 13).

Figura 13: Diferença de temperatura do ar entre os pontos mais aquecidos e mais amenos às 20h00min – Inverno



Fonte: Bioclima. Organizado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi possível observar que o comportamento do campo térmico do distrito de Carapina, em uma situação sazonal de inverno e sob atuação do ASAS, é resultado da confluência de fatores geourbanos e geocológicos, especialmente associados à configuração da morfologia urbana, aos diferentes padrões de uso e ocupação da terra, à variação da intensidade do tráfego veicular, à presença ou não de vegetação, à atuação dos ventos de brisa marítima e pela característica do relevo local.

A literatura tradicional sobre ilha de calor aponta para seu caráter noturno, possuindo maior intensidade no inverno e formada em condições de vento fraco (PITTON, 1997). No entanto, os resultados da pesquisa demonstraram que, no caso do distrito de Carapina, as ilhas de calor de maiores intensidades foram observadas no período vespertino e manifestando-se mesmo com ventos de intensidade moderada.

Os resultados demonstraram tendência de aumento da temperatura partindo do litoral em direção ao interior do continente. Assim como apontado nos estudos de Corrêa (2014) e Corrêa e Vale (2016) em Vitória-ES, observaram que as áreas mais aquecidas ficaram mais bem definidas na coleta de dados referente às 15h00min, com formação de ramos de aquecimento menos intensos no período da noite.

De maneira geral, os núcleos de calor identificados no campo térmico vespertino e noturno estão associados ao grande fluxo de veículos nas principais vias de circulação do distrito e às características construtivas das edificações, nos setores classificados como Indústria e Logística. A ausência de vegetação também se mostrou um fator importante na conformação de ramos de maior aquecimento.

As áreas em que se observaram as temperaturas mais amenas estiveram associadas ao uso residencial e à baixa geração de calor antropogênico, em consonância com o resfriamento da superfície e à dispersão do calor sensível decorrente da atuação dos ventos de brisa marítima. O deslocamento horizontal do vento, partindo do oceano em direção ao continente, mostrou-se mais atuante no litoral em relação às partes mais interioranas do distrito, contribuindo para que os pontos localizados nos setores do litoral fossem resfriados com maior intensidade em detrimento dos pontos dos setores do interior. Esse comportamento também foi observado na costa valenciana por Péres Cueva (2001) e Quereda *et al.* (2007).

O pico de calor de maior intensidade foi observado às 15h00min entre os pontos P15 (34°C) e P19 (25,8°C), formando uma ilha de calor de alta intensidade (8,2°C).

No período noturno, mesmo se tratando de uma cidade média, com grande contingente populacional e pungência comercial e industrial, não se observou grandes diferenças térmicas entre os pontos de coleta. Esse fato mostrou-se associado à configuração da morfologia urbana e natural, em que as construções não apresentam verticalização intensa e mostram-se espalhadas e o relevo não impõe obstáculos para dispersão do calor sensível para as camadas mais altas da atmosfera.

Um fator de destaque apontado pela pesquisa é a importância do calor gerado pelas dinâmicas urbanas, especialmente através do intenso fluxo de veículos, na conformação do campo térmico. Ao contrário do observado por Moura *et al.* (2008), em alguns momentos foi possível observar que o tráfego veicular atuou de maneira mais efetiva no comportamento da temperatura do ar do que os elementos fixos e construtivos da cidade. Assim, demonstrado que a ilha de calor não é formada apenas pelo resfriamento mais lento das áreas mais densamente urbanizadas, mas também pelo maior aquecimento gerado pelas atividades antrópicas.

REFERÊNCIAS

ALLOCCA, R. A. *Análise do campo térmico na área urbana de Ponte Nova, Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Geografia) 178f. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10673/1/tese_12778_Disserta%3a7%c3a3o_Final%20%28Vers%c3a3o%20Digital%29.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2020.

ALLOCA, R. A.; FIALHO, E. S. O campo térmico no perímetro urbano de Ponte Nova-MG (Zona da Mata Mineira), em situações sazonais de verão e inverno, no ano de 2017. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba-PR, ano 15, v. 24, p. 300-329, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60753>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

ALONSO, L. *Caractérisation des îlots de chaleur et de fraîcheur urbains lyonnais à l'aide de mesures satellitaires, mobiles et participatives*. Thèse Master 2, 114f. Gestion de l'environnement - mention Géosystèmes environnementaux. Université de Lyon, Lyon, 2017.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e Gestão do Espaço Urbano. *Revista Mercator*, Fortaleza-CE, número especial, p. 71-90, 2010.

CAMPOS JÚNIOR, C. T.; GONÇALVES, T. M. Produção do Espaço Urbano da Serra-Espírito Santo: estratégias recentes da construção imobiliária. *Mercator*, Fortaleza-CE, v. 8, n. 17, p. 69–78, 2009. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/334>>. Acesso em: 2 fev. 2020.

CHARABI, Y. *L'îlot de chaleur urbain de la métropole lilloise: mesures et spatialisation*. 247f. Thèse de Doctorat (Tese de Doutorado). l'Université des Sciences et Technologies de Lille, Lille, 2000.

COLLISCHONN, E.; FERREIRA, C. V. O. O fator de visão do céu e sua influência sobre as características térmico-higrométricas intraurbanas em Pelotas/RS, Brasil. *Geographia Meridionalis*, Pelotas-RS, v. 1, n. 1. p. 160-178, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/5716>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

CORREA, W. S. C. *Campo térmico e higrométrico da Regional Praia do Canto no município de Vitória-ES*. Dissertação (Mestrado em Geografia) 165f. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais, Vitória, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/3612/1/tese_7594_wesley.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2020.

CORREA, W. de S. C.; VALE, C. C do. Contribuição à compreensão do campo térmico da Regional Praia do Canto em Vitória (ES) pela metodologia dos transectos. *RAEGA – O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba-PR, v. 38, p. 50-81, 2016.

CPTEC/INPE – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climatológicos. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em 4 dez. 2019.

DI RIENZO, J. A., CASANOVES, F., BALZARINI, M. G., GONZALEZ, L., TABLADA, M., ROBLEDO, C. W. *InfoStat versión 2012*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 2012.

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-RS, v. 43, n. 1, p. 247-271, 2016. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/bgg/article/view/53920>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

FIALHO, E. S. *Análise têmporo-espacial na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno*. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia), CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

FIALHO, E. S. *Ilha de calor em cidade de pequeno porte: um caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira*. 288f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-22022010-154045/pt-br.php>>. Acesso: 20 dez. 2019.

FIALHO, E. S. Unidades climáticas urbanas: O caso da Ilha do Governador. *Revista do Centro de Ciências Humanas*, Viçosa-MG, v. 10, n. 1, p. 26-46, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3493>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: FIALHO, E. S.; SILVA, C. A. (org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. Dourados-MS: UFGD, 2012, v. 1, p. 83-114. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/327890815_ESTUDOS_CLIMATICOS_EM_SITIOS_URBANOS_E_RURALS>. Acesso em 2 de jun. 2020.

FIALHO, E. S. Ilhas de Calor: reflexões acerca de um conceito. *ACTA Geográfica*, Boa Vista-RR, Edição Especial de Climatologia Geográfica, p. 61-76, 2012. Disponível em: <<https://revista.ufrb.br/index.php/actageo/article/view/1094>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

FIALHO, E. S.; QUINA, R. R.; ALVES; MIRANDA, J. D. E. C. O campo térmico em situação sazonal de verão, no município de Viçosa-MG. *Revista Geografias*, Belo Horizonte-MG, Edição Especial SEGeo III, p. 80-98, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/158>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

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, p. 324-337, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3095/0>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

FIALHO, E. S.; QUINA, R. R. Análise das diferenças térmicas entre o campo e a cidade em situação sazonal de verão, em 2014, no município de Viçosa (MG). *Revista Entre-Lugar*, Dourados-MS, v. 7, n. 14, 2016. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/8145/4505>>. Acesso em: 4 dez. 2019.

FIALHO, E. S.; CELESTINO, E. J.; QUINA, R. R. O campo térmico em situação episódica de primavera em uma cidade de pequeno porte, na zona da mata mineira: um estudo de caso em Cajuri-MG. *Revista de Geografia*, Recife-PE, v. 33, n. 4, p. 299-318, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/229300>>. Acesso em: 9 dez. 2019.

FIORETTI, A. *Indústria, conjuntos habitacionais e assentamentos precários: O distrito de Carapina, município da Serra (ES) de 1966 A 1995*. Dissertação (Mestrado) 213f. Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGG/ UFES. Vitória, 2014.

GARCÍA, M. del C. M.; PARDO, J. A. S. El estudio de la isla de calor urbana en el ámbito mediterráneo: una revisión bibliográfica. *Biblio3W - Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona-ESP, v. 21, n. 1.179, p. 1-32, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2010*. Rio de Janeiro, IBGE. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA): *Relatório Anual da Qualidade do Ar RMGV 2013*. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/RAMQAR/Relat%C3%B3rio_Anuar_de_Qualidade_do_ar>. Acesso em 2 dez. 2019.

LECONTE, F. *Caractérisation des îlots de chaleur urbain par zonage climatique et mesures mobiles: Cas de Nancy*. Thèse de doctorat (tese de doutorado). 274f. Climatologie. Université de Lorraine, Nancy. 2015.

LOPES, L. C. S.; JARDIM, C. H. Variações de temperatura e umidade do ar em área urbana e rural durante o seguimento temporal de inverno de 2011 em Contagem e Betim (MG). *Acta Geográfica*, Edição Especial de Climatologia Geográfica, Boa Vista-RR, v. 1, p. 205-2221, 2012. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/actageo/article/view/1103>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

MARINHA DO BRASIL Diretoria de Hidrografia e Navegação (DNH). Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>>. Acesso em: 3 dez. 2019.

MOURA, M. de O.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia-GO, v. 25, n. 2. p. 33-44, 2008.

OLIVEIRA, W. D. *O campo térmico do distrito de Carapina – Serra/ES: Estudo de caso em áreas litorâneas*. 200f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Espírito Santo, Programa de Pós Graduação em Geografia – PPGG/ UFES. Vitória, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/jspui/handle/10/10886>>. Acesso em: 4 fev, 2020.

OLIVEIRA, W. D. Estudo do campo higrométrico em situação sazonal de verão: o caso do distrito de Carapina-Serra/ES *Revista Entre Lugar*, Dourados –MS, v. 10, n. 19, p. 105 – 132, 2019. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/9733>>. Acesso em: 4 fev. 2020.

OLIVEIRA, W. D.; FIALHO, E. S. O campo térmico no distrito de carapina-Serra/ES: Análise de verão em uma cidade litorânea. *Caderno de Geografia*, Coimbra-Port, n. 41, p. 59-70, 2020. Disponível em: <https://impactum-journals.uc.pt/cadernosgeografia/article/view/41_5/6507>. Acesso em: 4 fev. 2020.

ONU – Organização das Nações Unidas. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*, 2018. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wup/>>. Acesso em 8 dez. 2019.

ONU – Organização das Nações Unidas. *Fatos sobre a cidade*, 2012. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/rio20/cidades.pdf>>. Acesso em 6 dez. 2019.

PÉREZ CUEVA, A. J. Clima y confort a les ciutats: la ciutat de València. *Mètode*. Valencia: Universidad de Valencia, n. 31, 2001.

PITTON, S. E. C. *As cidades como indicadoras de alterações térmicas*. (Tese de Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DA SERRA: *Plano municipal de saneamento básico: água e esgoto. Relatório técnico*. 2012. Disponível em: <www.serra.es.gov.br>. Acesso em 06/08/2018.

QUEREDA, J.; MONTÓN, E.; ESCRIG, J. Un análisis experimental del efecto urbano sobre las temperaturas. *Investigaciones Geográficas*, Madrid-ESP, n. 47, p. 5-17. 2007.

ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transecto campo-cidade no município de Viçosa-MG. *Revista de Ciências Humanas*. *Revista de Ciências Humanas*, Viçosa-MG, v. 10, n. 1, p. 64-77, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/3494/0>>. Acesso em: 5 fev. 2020.

ROUX, J. *L'îlot de Chaleur Urbain à Dijon: Mise en place d'une campagne de mesures urbaines de la température*. Mémoire de Master (Dissertação de Mestrado), 93 p. UFR Sciences Humaines, Département de Géographie, Université de Bourgogne, Dijon-FR, 2014.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P. Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. *Biblio3W - Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Barcelona-ESP, v. 19, 2014. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1092.htm>>. Acesso em: 6 fev. 2020.

SOBRE O(A)S AUTORE(A)S

CAMILA DE MORAES GOMES TAVARES

Geógrafa, licenciada pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGEO- UFJF). Atua no desenvolvimento de pesquisas junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA- UFJF) nas temáticas de Clima Urbano, Climatologia Regional e Variabilidade.

CASSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA

Doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP), é Professora Titular do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Coordenadora do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA-UFJF). Pesquisadora do Núcleo de Estudos Climáticos em Territórios Apropriados (Necta-UFJF/UFV). Membro do quadro permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora e da Universidade Federal de Viçosa. Faz pesquisas na área de Climatologia Geográfica, na escala regional e local.

DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA

Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (2017-atualmente), mestre (2016) e bacharela (2013) pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e licenciada em Geografia (2019) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Desenvolveu atividades junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA /UFJF entre os anos de 2010 e 2016, tendo atuado em projetos de clima urbano e regional, áreas verdes e paisagem, utilizando de SIG's; e atualmente é integrante do grupo de pesquisa Interações Socioambientais: dinâmicas e impactos – UEL. Tem experiência nas áreas de Climatologia, Biogeografia e Geoprocessamento, com ênfase para variabilidade climática, bacias hidrográficas e planejamento.

DÉBORA COUTO DE ASSIS

Geógrafa, doutoranda em Geografia na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), mestre em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Participante de pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA /UFJF, nos campos de metodologias aplicadas aos estudos de Climatologia Geográfica e Clima Urbano. Atualmente é pesquisadora do Centro de Inteligência Territorial – CIT e atua nas áreas de Geotecnologias, Análise Espacial, Cartografia e Inteligência Territorial.

EDSON SOARES FIALHO

Geógrafo com Doutorado em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP), Professor Associado II do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Coordenador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima-UFV). Coordenador do PIBID de Geografia da UFV. Pesquisador do Núcleo de Estudos Climáticos em Territórios Apropriados (Necta-UFJF/UFV). Membro do quadro permanente do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Viçosa e da Universidade Federal do Espírito Santo. Investiga as relações entre sociedade/natureza, no âmbito da Climatologia Geográfica, na escala regional e local, com foco nos problemas ambientais urbanos.

ISABELA FERNANDA MORAES DE PAULA

Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e possui graduação em Tecnologia em Meio Ambiente pela Universidade Presidente Antônio Carlos. Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Atua no LabCAA em pesquisas quali-quantitativas e espacialização da cobertura vegetal em áreas urbanas.

LUDMILLA ALVES FERNANDES

Licenciada e bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Tem interesse de pesquisa pelos temas: Climatologia Urbana; Clima e Planejamento Urbano, com foco em pequenas e médias cidades.

MARIA LUIZA SILVA PAULO

Bacharel e licenciada em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa. Foi membro do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (BIOCLIMA-UFV) no período de 2012 a 2017. Professora da rede municipal de Muriaé, onde trabalha na Escola Municipal Esmeralda Vianna e Escola Municipal Sérgio Lúcio Fernandes Amaral (rural) e da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Na Escola do Estado, é a Escola Estadual Maria Antônia Múglia.

RAFAEL DE SOUZA ALVES

Professor da Educação Básica da rede estadual do Espírito Santo. Formado em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) com Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Atua na Geografia Escolar e tem experiência na área de Geociências, com ênfase na Climatologia Geográfica, na perspectiva do campo térmico urbano e relações entre clima e sítio.

RODSON DE ANDRADE ALLOCCA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo e doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo. Professor Efetivo da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Pesquisador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima-UFV), atuando na área de Climatologia Geográfica, com ênfase em Classificação Climática e Clima Urbano.

THIAGO ALVES DE OLIVEIRA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF. Mestrando no Programa de Pós- Graduação em Geografia-PPGEO/UFJF. Desenvolve pesquisas junto ao Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental – LabCAA nos seguintes temas: Climatologia Urbana; Riscos Climáticos; Eventos extremos; Variabilidade Pluviométrica.

WEMERSON DISCANIO DE OLIVEIRA

Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre e Doutorando em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo. É Professor Efetivo da Secretaria de Estado de Educação do Espírito Santo e atua como Gestor Escolar na rede estadual de ensino. Pesquisador do Laboratório de Biogeografia e Climatologia (Bioclima-UFV), atuando na área de Climatologia Geográfica, com ênfase em Classificação Climática, Clima Urbano e Ilha de Calor.