



DOI: 10.5380/abclima

Seção Temática: Prêmio ABCLIMA “Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro” - Edição 2021

O CLIMA URBANO DAS CIDADES DE PEQUENO PORTE DO OESTE PAULISTA: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DE PRESIDENTE VENCESLAU, SANTO ANASTÁCIO E ÁLVARES MACHADO, BRASIL

The urban climate of small towns in the west of São Paulo: analysis of the thermal characteristics of Presidente Venceslau, Santo Anastácio and Álvares Machado, Brazil

El clima urbano de los pequeños pueblos del oeste de São Paulo: análisis de las características térmicas de Presidente Venceslau, Santo Anastácio y Álvares Machado, Brasil

Danielle Cardozo Frasca Teixeira  

Programa de Pós-Graduação em Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Presidente Prudente, São Paulo, Brasil
danielle.frasca@unesp.br

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim  

Programa de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Presidente Prudente, São Paulo, Brasil
margarete.amorim@unesp.br

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo investigar o clima urbano de cidades do ambiente tropical localizadas no Oeste paulista (Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado), com ênfase nas ilhas de calor atmosféricas. Partiu-se da hipótese de que, apesar da proximidade entre as cidades e, considerando-se a circulação regional da atmosfera, elas responderiam à atuação dos sistemas atmosféricos de maneira diferenciada em virtude das peculiaridades climáticas que são estritamente dependentes dos seus atributos geoambientais (relevo, orientação do relevo, cobertura vegetal) e

urbanos (uso e ocupação da terra, estrutura, formas e as dinâmicas urbanas). O embasamento teórico-metodológico desta pesquisa foi a proposta Sistema Clima Urbano com destaque para o subsistema termodinâmico, percebido pelas pessoas através do conforto térmico. A caracterização geoambiental e urbana possibilitou a diferenciação dos ambientes intraurbanos previamente à aquisição dos dados primários pelo transecto móvel. Os resultados, representados através da modelagem espacial multicritérios, permitiram o diagnóstico de anomalias térmicas nas áreas intraurbanas tomando como referência os ambientes rurais próximos, diagnosticando-se o clima urbano específico dessas cidades, expresso pelas ilhas de calor de fraca e muito forte magnitudes. Comprovou-se que as cidades respondem de forma diferenciada frente à ação dos sistemas atmosféricos atuantes na região climática.

Palavras-chave: Cidades pequenas. Clima urbano. Ilha de calor atmosférica. Modelagem multicriterial.

Abstract: This research investigated the urban climate of cities in the tropical environment located in the west of São Paulo (Presidente Venceslau, Santo Anastácio and Álvares Machado), with emphasis on atmospheric heat islands. Despite the proximity between cities and considering the regional circulation of the atmosphere, we assumed that they would respond to the performance of atmospheric systems in a different way due to climate peculiarities that are strictly dependent on their geoenvironmental (relief, relief orientation, vegetation cover) and urban attributes (land use and occupation, structure, manners and urban dynamics). The theoretical-methodological basis of this research was the Urban Climate System proposal, with emphasis on the thermodynamic subsystem, perceived by people through thermal comfort. The geoenvironmental and urban characterization enabled to differentiate the intra-urban environments prior to the acquisition of primary data by the mobile transect. The results, represented through multicriteria spatial modeling, allowed the diagnosis of thermal anomalies in intra-urban areas, taking as reference the nearby rural environments, diagnosing the specific urban climate of these cities expressed by heat islands of weak and very strong magnitudes. It was proven that cities respond differently to the action of atmospheric systems acting in the climate region.

Keywords: Small towns. Urban climate. Atmospheric heat island. Multicriteria modeling.

Resumen: Esta investigación tuvo como objetivo investigar el clima urbano de las ciudades en el ambiente tropical ubicadas en el oeste de São Paulo (Presidente Venceslau, Santo Anastácio y Álvares Machado), con énfasis en las islas de calor atmosférico. Se asumió que, a pesar de la proximidad entre ciudades y, considerando la circulación regional de la atmósfera, responderían al desempeño de los sistemas atmosféricos de manera diferente debido a peculiaridades climáticas que son estrictamente dependientes de sus atributos geoambientales (relieve, orientación del relieve, cobertura vegetal) y urbanos (uso y ocupación del suelo, estructura, formas y dinámica urbana). La base teórico-metodológica de esta investigación fue la propuesta del Sistema Climático Urbano, con énfasis en el subsistema termodinámico, percibido por las personas a través del confort térmico. La caracterización geoambiental y urbana permitió la diferenciación de ambientes intraurbanos antes de la adquisición de datos primarios por el transecto móvil. Los resultados, representados a través de la modelación espacial multicriterio, permitieron el diagnóstico de anomalías térmicas en áreas intraurbanas, tomando como referencia los entornos rurales cercanos, diagnosticando el clima urbano específico de estas ciudades, expresado por islas de calor de magnitudes débiles y muy fuertes. Se comprobó que las ciudades responden de manera diferente a la acción de los sistemas atmosféricos que actúan en la región climática.

Palabras clave: Pequeños pueblos. Clima urbano. Isla de calor atmosférico. Modelación multicriterio.

Submetido em: 15/11/2021

Aceito para publicação em: 01/05/2022

Publicado em: 10/06/2022

1. INTRODUÇÃO

A preocupação que a humanidade tem com o clima não é infundada nem tampouco recente. Justifica-se pela influência persistente que a atmosfera exerce no cotidiano, como no conforto térmico, na contaminação do ar e nas variações pluviiais que desorganizam o espaço e as atividades econômicas em geral (MONTEIRO, 1976). Nesse sentido, a cidade tornou-se um paradoxo da contemporaneidade ao passo que civilizou a humanidade, mas, ao mesmo tempo, passou a ser uma armadilha ambiental posto que a fixação perene exigiu adaptações aos riscos naturais e antropogênicos (SANT'ANNA NETO, 2011). Elevar essa discussão no nível das mudanças climáticas torna-se uma necessidade, especialmente pelo evidente aumento da frequência dos eventos climáticos extremos que se manifestam no tempo e no espaço (MENDONÇA *et al.*, 2016).

Estudos que se voltam para a análise da vida urbana são especialmente relevantes pois a população mundial atual é de 6,1 bilhões de pessoas (ONU-HABITAT, 2019). Cerca de metade desse montante vive em áreas urbanas e, mesmo que distribuídas irregularmente pela superfície do planeta, as ocupações humanas são causadoras de profundas transformações na paisagem, notadamente na escala local (CONTI; FURLAN, 2019).

No Brasil, a urbanização presenciada nas últimas décadas ocorreu de forma rápida e intensa (SCARLATO, 2019), evidenciando problemas socioambientais que interferem mormente na qualidade de vida urbana, condições que tendem a se intensificar visto que o “processo de urbanização brasileiro é muito vivo, altamente dinâmico, desigual e de elevada complexidade” (MENDONÇA, 2015, p. 156).

Desse quadro histórico de formação da urbanização brasileira resultou uma significativa rede urbana de pequenas, médias e grandes cidades, com destaque para as regiões metropolitanas concentradoras de milhões de habitantes e de muitos problemas socioambientais (MENDONÇA *et al.*, 2016). Contudo, 64% dos arranjos populacionais possuem baixa concentração populacional reunindo as cidades de pequeno e médio porte da urbanização brasileira (IBGE, 2016).

Para além da função de habitar, nas cidades se dão relações complexas, mediadas pelo modo de produção capitalista, que orienta o desenvolvimento pela visão economicista, negligencia arbitrariamente as potencialidades e fragilidades ambientais e produz

desigualdades sociais que são visualizadas também na relação da população com o clima (SANT'ANNA NETO, 2011).

Apesar de suas dimensões reduzidas, estudos comprovam que nas cidades pequenas as alterações impostas pela urbanização e a ação antrópica são suficientes para promoverem modificações da atmosfera próxima à superfície, derivando o clima urbano específico (MONTEIRO, 1976; ORTIZ-PORANGABA, 2015; PITTON, 1997; TEIXEIRA, 2015).

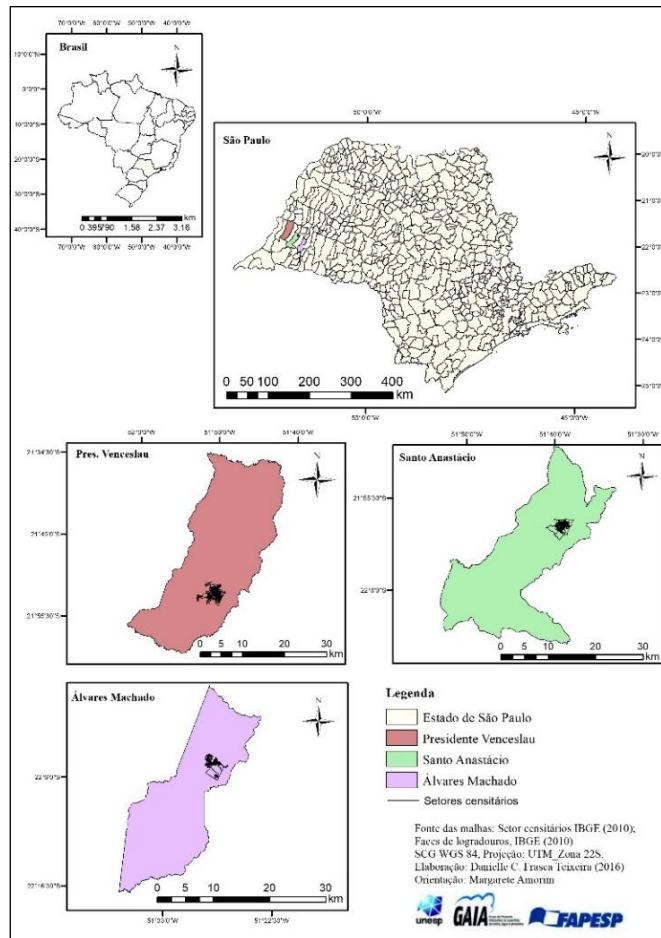
Entende-se que cidades de pequeno e médio porte são passíveis de investigação dos seus ambientes atmosféricos uma vez que Monteiro (1976), através de sua proposta baseada na perspectiva sistêmica, não delimitou uma escala, grau de urbanização, teor populacional ou condições geoecológicas necessárias em um determinado sítio para o emprego da terminologia “clima urbano”.

Além disso, as cidades médias e pequenas apresentam relativas vantagens para uma investigação climática qualitativa, pela diferenciação dos seus ambientes intraurbanos e “[...] possibilidades de intervenção no ordenamento territorial da cidade, fato que é muito mais difícil em cidades de grande porte” (AMORIM, 2000, p. 22).

Admitindo-se que o clima é um importante indicador de qualidade do ambiente e da qualidade de vida do homem urbano e, portanto, entender como o clima influencia e é influenciado nos/pelos lugares justifica a importância de investigações dessa ordem, o presente estudo voltou-se a compreender como cidades próximas e de pequeno porte populacional inseridas na mesma região climática respondem à atuação de sistemas atmosféricos que predominam na região (MONTEIRO, 1971; 1976).

O recorte territorial insere-se na região Oeste do Estado de São Paulo, abrangendo as cidades de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado (Figura 1). Nessa região, o desconforto térmico é uma resposta natural do ambiente tropical continental do tipo Aw (DUBREUIL *et al.*, 2017), potencializado pela manifestação das ilhas de calor urbanas (ICU), conforme têm demonstrado muitos estudos de climatologia, aplicados a essa região do Estado (AMORIM, 2020; CARDOSO, 2015; ORTIZ-PORANGABA, 2015; TEIXEIRA, 2015; 2019; VIANA, 2006).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Teixeira (2019, p. 28).

Mesmo exercendo atividades econômicas voltadas aos setores primário e terciário, com baixo total populacional (Tabela 1), tais cidades possuem alterações atmosféricas na escala local, dadas pela urbanização para a configuração de um clima específico, como ficará demonstrado no decorrer deste artigo.

Tabela 1 - Informações geográficas das cidades envolvidas no estudo.

	ÁREA TERRITORIAL km ²	POPULAÇÃO	DENSIDADE DEMOGRÁFICA hab/km ²
PRESIDENTE VENCESLAU	755.203	39.648	50,10
SANTO ANASTÁCIO	552.876	20.855	37,06
ÁLVARES MACHADO	347.647	25.078	67,69

Fonte: Estimativa do IBGE (2021). Disponível em: <<https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/>>. Acesso em: 30 set. 2021. Organização: Teixeira (2021).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo, resultante da tese de doutorado intitulada “O clima urbano das cidades de pequeno porte do Oeste Paulista: análise do perfil térmico de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado, Brasil”, teve como objetivo investigar o clima urbano expresso através das ilhas de calor urbanas (ICU). Partiu-se da hipótese de que, sob influência dos mesmos sistemas atmosféricos, cidades de pequeno porte populacional, inseridas no mesmo contexto climático, apresentam respostas térmicas particulares em razão de suas características geoambientais e urbanas, o que lhes conferem um clima urbano específico (MONTEIRO, 1976).

Isto posto, o estudo foi delineado no escopo teórico e metodológico do Sistema Clima Urbano (S C U) - (MONTEIRO, 1976), que propõe a análise conjuntiva e sistêmica da cidade para subsidiar a intervenção e o planejamento urbano. A complexidade da participação urbana no S C U foi resumida em subsistemas que relacionam-se a filtros perceptivos humanos, como o conforto térmico, a qualidade do ar e os meteoros de impacto.

A componente termodinâmica, relacionada ao canal de percepção do conforto térmico, é uma das que mais compromete a qualidade de vida das pessoas que vivem nas cidades do ambiente tropical continental. Caracteriza-se como o insumo do sistema, que se transforma na cidade e produz o balanço de energia, vinculando-se ao uso da terra, à forma e função urbanas, ao jogo integrado entre atmosfera e homem. Entre seus produtos estão as ilhas de calor, entendidas como o excesso de calor antropogênico nas áreas urbanas em relação ao rural circundante que se forma pelas características superficiais urbanas, combinadas com as condições de meteorologia (OKE, 1987).

O fenômeno da ICU trata-se de um dos elementos mais característicos do clima urbano, que varia no tempo e no espaço dependendo das condições atmosféricas atuantes, do tamanho das cidades, das diferenciações de feições intraurbanas e dos ciclos diários e sazonais da radiação (OKE, 1987; FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996).

Em função da alta aplicabilidade no S C U, sobretudo dos procedimentos correspondentes ao subsistema termodinâmico em termos de aquisição de instrumentos, os trabalhos brasileiros de clima urbano das décadas de 1980 e 1990 foram especialmente norteados por esse tema.

Para cumprir com os objetivos desta pesquisa, o subsistema termodinâmico foi privilegiado para as análises, voltando-se à análise na escala local, cuja gênese dos processos são os aspectos geocológicos (relevo - altitude, orientação, declividades; distribuição da cobertura vegetal, presença de hidrografia) e os urbanos, expressos pelo uso e ocupação da terra. Portanto, nesta dimensão escalar, o detalhamento das feições da paisagem é importante e exige técnicas empíricas que identificam a relação entre a estrutura, a forma urbana e as interações com o clima urbano, pois considera-se que a cidade não é um todo homogêneo, mas dotada de heterogeneidades intraurbanas que resultam de seus componentes físicos e antrópicos (AMORIM, 2010).

Existem, portanto, estreitas relações entre o sítio urbano, os diversos fatores inseridos na paisagem (como a densidade de cobertura vegetal, o uso da terra, a posição geográfica e a variação altimétrica) e o clima (FIALHO, 2012). Dessa diversidade intraurbana resulta a produção de diferentes microclimas (MONTEIRO, 1976).

No escopo conceitual e metodológico do subsistema termodinâmico (MONTEIRO, 1976), as ICU são um produto imediato, sendo que neste artigo foram investigadas no nível da atmosfera inferior ou do dossel urbano (OKE, 1987; OKE *et al.*, 2017). Esse nível exige o monitoramento da temperatura do ar comprometido desde o nível do solo até a altura dos telhados e topo de árvores. Para tanto, os procedimentos selecionados foram o registro de dados primários da temperatura do ar através dos transectos móveis noturnos (21 horas), procedimento amplamente difundido e preconizado pela literatura clássica do clima urbano (MONTEIRO, 1990; OKE, 2004).

Visando a distinção dos climas urbanos específicos das cidades de interesse, a análise considerou o perfil simultâneo das três urbes a partir da identificação dos padrões térmicos nos tipos de tempo atuantes nos episódios.

Os dados primários, registrados em 11 de junho e 04 de dezembro de 2017, foram tratados e cruzados por técnicas e procedimentos que consideram as feições de superfície como controles climáticos para a variação da temperatura do ar e da ICU (OKE *et al.*, 2017), adotando-se os critérios quantitativos e qualitativos da intensidade e magnitude de classificação do fenômeno (FERNANDEZ GARCÍA, 1996), obtidos através da diferença entre os pontos de registro representativos através da expressão:

$$(1) \quad \Delta T = T^{\circ}\text{C urbano} - T^{\circ}\text{C rural}$$

Onde,

$T^{\circ}C$ urbano refere-se às temperaturas registradas na área urbana;

$T^{\circ}C$ rural, temperatura refere-se à temperatura medida na área rural.

As coordenadas dos pontos de registros foram tomadas a partir do traçado dos trajetos no aplicativo *Q-Gis*¹. Para o tratamento dos dados, considerou-se a modelagem multicritérios em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG)², pela qual houve a integração espacial de dados da temperatura do ar com as informações das coberturas de superfície.

Através da modelagem multicritérios, Teixeira *et al.* (2019), Teixeira e Amorim (2018), Teixeira (2019) e Amorim (2020) comprovaram menores generalizações nas áreas descontínuas de registros, gerando representações cartográficas com maior confiabilidade estatística e de representação (ANDERSON, 1981). Tema que apresenta uma crescente dedicação de climatologistas, a função de modelagem de mapas constitui:

[...] tema de vital importância à análise geoespacial: a combinação entre informações espaciais em sistema de informação geográfica (SIG), utilizando o conceito de *função de modelagem de mapas* (FMM). A partir de uma *pergunta espacial* formulada pelo pesquisador, uma FMM transformará um *mapa-entrada* em um *mapa-saída* com base em comandos e módulos analíticos disponíveis no SIG. [...] a partir de algoritmos computacionais (FERREIRA, 2014, p. 297, grifos do autor).

A modelagem espacial da ilha de calor é composta por uma sequência de procedimentos que visam o detalhamento da sua espacialização, pela qual busca-se a relação entre a temperatura do ar e a cobertura de superfície, a distância geométrica do centro, o relevo, e/ou a combinação de todas essas variáveis, sendo mais confiável a correspondência entre áreas onde se tem registros da temperatura do ar com áreas sem cobertura de dados, mas com características superficiais semelhantes. Isso se processa a partir da estimativa da temperatura por *pixel* de uma imagem de satélite *Landsat 8*, obtida próxima à tomada de dados da temperatura do ar.

Valendo-se das bandas multiespectrais do visível (banda 3 - verde, banda 5 - infravermelho próximo, e banda 4 - vermelho), com resolução espacial de 30 metros do referido sensor, e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada³ (NDVI), foi executada a

¹ *Creative commons*, atribuição.

² Idrisi, versão Selva, propriedade da *Clark Labs*.

³ Através do processamento das imagens das bandas 4 e 5 fez-se o NDVI das áreas de interesse, incorporados na classificação *cluster* de geração das classes de uso e ocupação da terra.

classificação não-supervisionada (*cluster*) de uso da terra, mapeamento automático que agrupa em intervalos de classe elementos do mesmo tipo e em proximidade (SAMPAIO, 2019). A reclassificação dessas cartas individualizou as classes de uso da terra para as áreas de interesse, sendo identificadas as classes de construção, as áreas de vegetação alta (fragmentos de mata, fundos de vale) e as áreas de vegetação baixa (caracterizando as pastagens presentes no entorno rural das urbes).

A partir das cartas de uso e ocupação da terra, fez-se a generalização por *pixel* calculando-se sua frequência ao redor dos pontos medidos, extraídos em janelas de observação atmosférica expansíveis na proporção da resolução espacial do satélite *Landsat 8*. Dessa etapa resultaram as variáveis independentes incorporadas ao modelo através dos seus atributos de valor.

Outra variável independente adotada, a distância geométrica do centro, pressupõe que a temperatura tende a aumentar nas proximidades do centro e a diminuir distante do mesmo (TEIXEIRA, 2019). Considera-se para isso, a critério do pesquisador, o estabelecimento de um ponto central na malha urbana, podendo coincidir com a interseção dos transectos. Foi adotada exclusivamente para o recorte de Álvares Machado, onde se verificou melhor associação estatística e qualidade de espacialização.

Para a inserção das informações altimétricas dos terrenos nos modelos multicritérios, tendo em vista que o relevo é uma das variáveis explicativas da variação da temperatura do ar na escala local (STEINKE, 2012), cartas de hipsometria das áreas foram geradas a partir de imagens da Missão topográfica *Radar Shuttle* (SRTM), georreferenciadas na mesma resolução espacial da imagem de satélite *Landsat 8*.

O cruzamento de dados exigiu a aplicação da estatística de regressão linear simples e múltipla, que explica a relação entre as variáveis independentes x (**classes de uso da terra, relevo, distância do centro**) e a variável dependente y (**temperatura do ar**) considerando o ajuste em um diagrama de dispersão segundo a técnica dos desvios mínimos ao quadrado. Os coeficientes numéricos de correlação indicaram se houve relação entre as variáveis bem como a força e a intensidade de associação (FERREIRA, 2014).

Cada variável independente (x) assumiu um coeficiente parcial, ou seja, um valor de mudança em relação à variável dependente obtido por regressão simples. Segundo Ferreira (2014) a análise dos valores de mudança é feita mediante o instrumento geométrico e o

parâmetro quantitativo sobre o grau de dependência entre as variáveis que são, respectivamente, a reta de regressão e o coeficiente de regressão “ r ”. O outro parâmetro para a verificação de dependência entre variáveis é dado pelo coeficiente de determinação r^2 , que, de acordo com Landim (1998, p. 106):

[...] irão dispor-se no intervalo 0-1, fornecendo uma medida dimensional de quantidade do ajuste do modelo de regressão múltipla aos dados. Se o valor r^2 for próximo de 1, significa que as diversas variáveis x medidas são responsáveis quase que totalmente pela variabilidade de y . Caso contrário, r^2 apresentará um valor próximo a zero.

Conhecidos os coeficientes de correlação r e de determinação r^2 parciais, foi possível selecionar as variáveis independentes mais importantes para a previsão de “ y ” (temperatura do ar), tais como as classes de uso da terra, relevo e distância do centro. Essas informações foram cruzadas através da função de *regressão linear múltipla* do SIG, cujo resultado de coeficiente global (R^2 ajustado) representa a qualidade do ajuste do modelo, indicativa da porcentagem de variação que é explicada com as variáveis adotadas.

A função de regressão resulta na fórmula de tratamento, uma representação matemática da relação entre as variáveis “ x ” e “ y ”. Na fórmula foram incorporados os mapas de entrada das variáveis independentes escolhidas para a previsão de y , como no exemplo da temperatura estimada em 11 de junho de 2017 para o recorte de Presidente Venceslau (Fórmula 2):

(2)

$$\text{Temperatura 11 junho} = 15,5107 + 0,0273 * cl1_{41x41} - 0,4258 * cl3_{41x41} + 0,0259 * \text{Relevo}$$

Onde:

Temperatura 11 junho é a temperatura estimada;

Cl1_41x41 é a extrapolação por ponto medido da porcentagem de variação da classe 1 (urbana) na janela de abrangência 41 por 41 pixels;

Cl3_41x41 é extrapolação por ponto medido da porcentagem de variação da classe 3 (vegetação alta) na janela de abrangência 41 por 41 pixels;

Relevo refere-se ao valor de altimetria de cada ponto medido.

Cada dia de monitoramento apresentou uma fórmula específica de tratamento que resultou no mapa de espacialização da intensidade da ICU.

Por meio da modelagem, a particularidade climática de cada cidade foi confirmada não somente pelas intensidades das ilhas de calor diagnosticadas, que de fato foram distintas, mas também em virtude das variáveis independentes que foram selecionadas para a composição dos modelos de cada uma delas, considerando que “uma das mais importantes aplicações da análise de regressão múltipla é a *escolha [...] daquelas mais úteis na previsão de y*” (LANDIM, 1998, p. 105, grifo nosso). Portanto, as variáveis explicativas adotadas para cada uma das cidades foram individuais, considerando a realidade observada nas urbes e os coeficientes de correlação parciais alcançados.

O refinamento dos resultados ocorreu pelos testes de significância da Análise de Variância (ANOVA), pelo qual se obteve o *valor-p* para comprovar a validade dos modelos e a correlação entre as variáveis. Para isso, adotou-se o nível de significância (α) de 0,05, que estabelece o intervalo de confiança de 95%, assume a probabilidade de 5% da associação não ser real e que a correlação ocorreu por acaso (LONG *et al.*, 2018). Outro teste realizado, o valor de *F* foi outro parâmetro considerado para determinar a significância dos termos em conjunto no modelo, a partir do mesmo intervalo de confiança (95%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

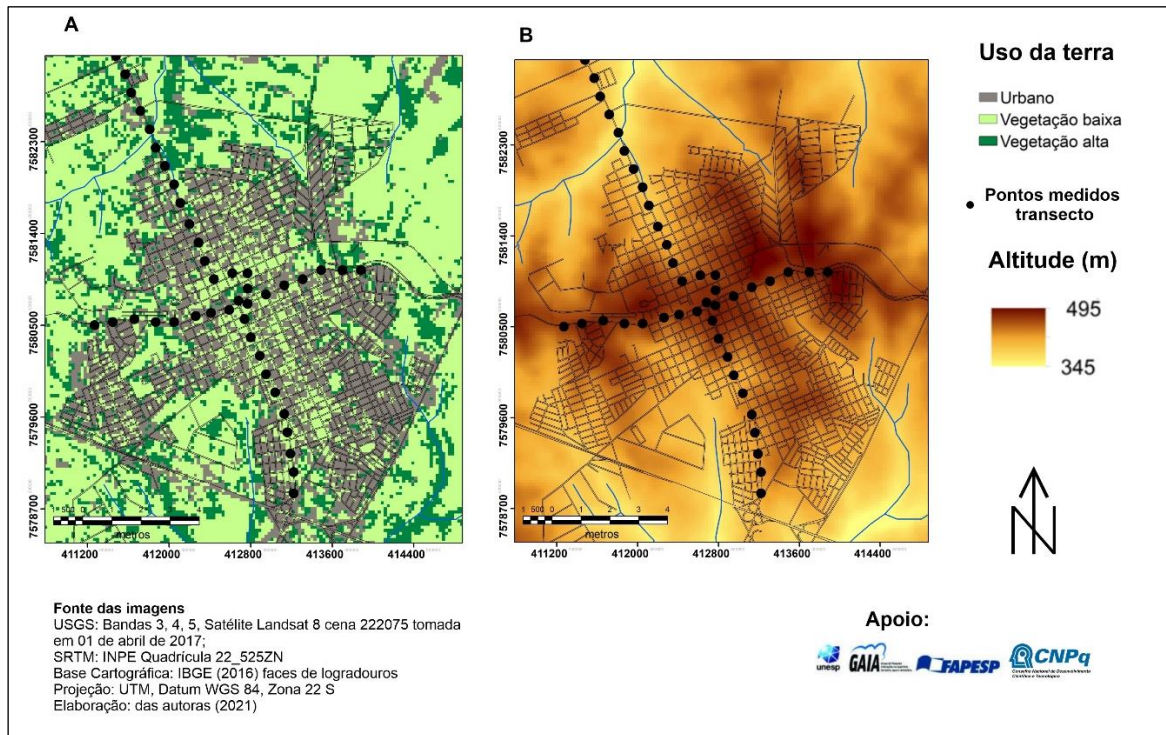
A análise considerou as características térmicas medidas simultaneamente nas três cidades a partir da identificação dos padrões térmicos nos tipos de tempo estável e instável obtidos pela sistematização de informações meteorológicas em gráficos de análise rítmica⁴ (MONTEIRO, 1971).

Quanto às variáveis intencionalmente adotadas, a classe 1 (urbana) demonstrou correlação linear positiva em relação à variação de *y* (temperatura) em todas as cidades. Esse resultado sugere que a temperatura aumentou nas áreas urbanizadas presentes nos trajetos do transecto móvel.

⁴ Os gráficos de análise rítmica foram elaborados utilizando-se de dados meteorológicos obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através da estação automática de Presidente Prudente (A707), única da rede oficial de dados nas proximidades das cidades destacadas para o estudo e dados de precipitação individualizados do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Além dessas informações, para a identificação dos sistemas atmosféricos atuantes, utilizamos de imagens do satélite Goes 16, cartas náuticas da Marinha do Brasil e boletins técnicos emitidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Tanto a vegetação alta como a vegetação rasteira apresentaram correlação negativa, contribuindo para a diminuição da temperatura do ar. Para a realidade de Presidente Venceslau (Figura 2), a vegetação característica foi do porte arbóreo (vegetação alta).

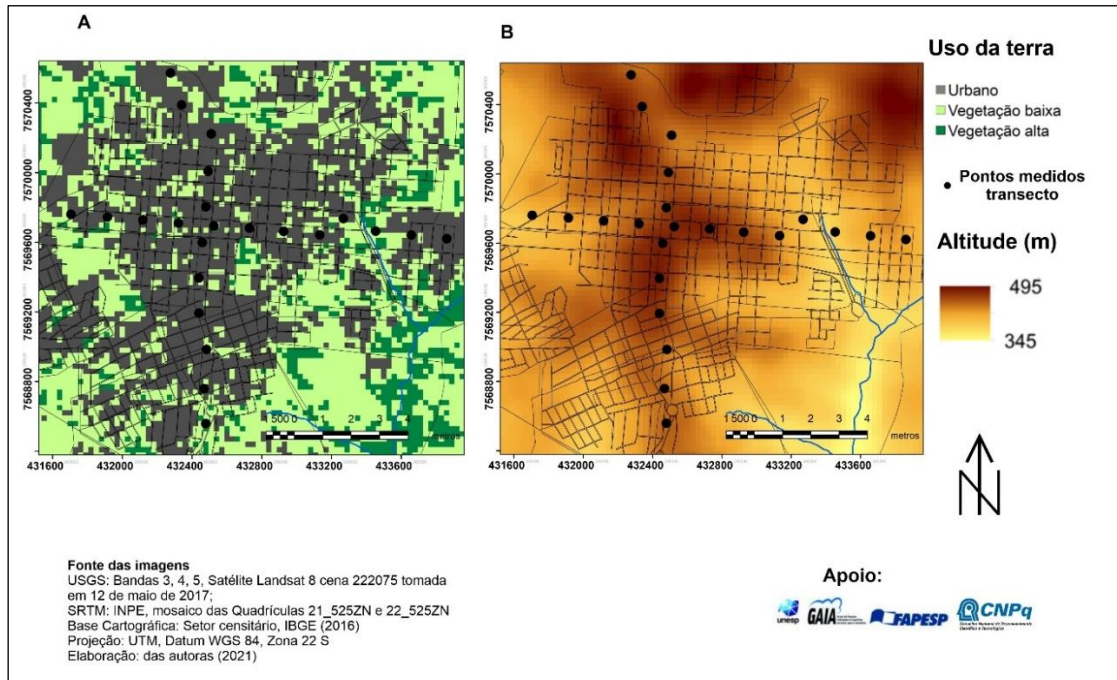
Figura 2 – Mapas de entrada no modelo com o uso da terra (Mapa A) e relevo (Mapa B), Presidente Venceslau (SP).



Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

Tanto em Santo Anastácio (Figura 3) como em Álvares Machado (Figura 4), a vegetação rasteira (baixa) esteve mais presente nos percursos durante o registro da temperatura do ar e, portanto, foi a variável de vegetação selecionada para a composição dos modelos multicritérios.

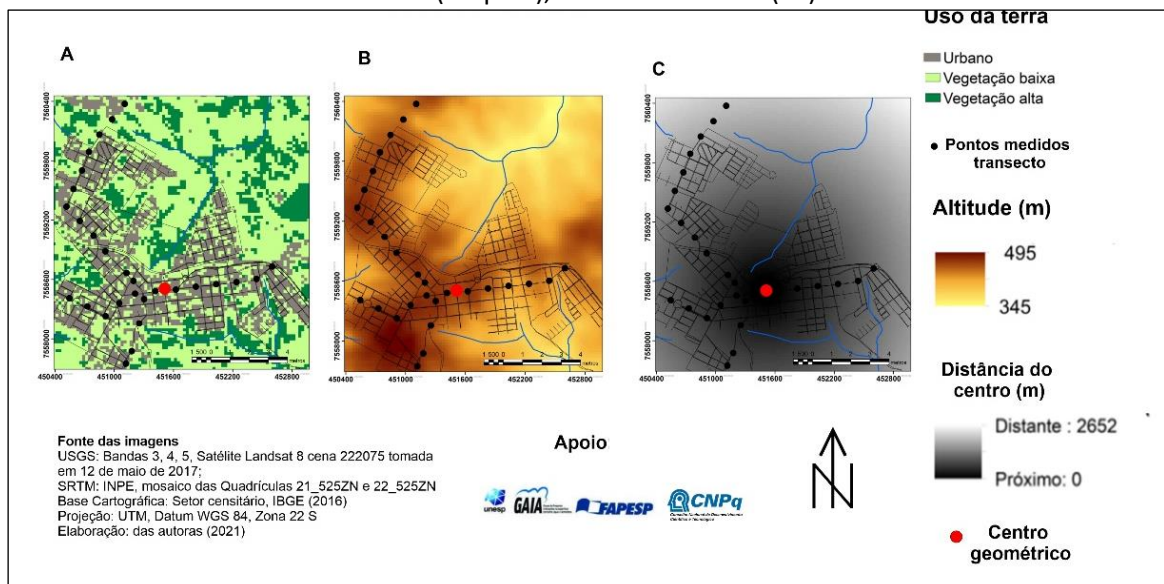
Figura 3 – Mapas de entrada no modelo com o uso da terra (Mapa A) e relevo (Mapa B), Santo Anastácio (SP).



Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

Quanto à distância geométrica do centro, essa variável independente foi exclusivamente adotada para Álvares Machado, apresentando correlação negativa indicativa de que distante do centro geométrico as temperaturas tendem a ser menores, com maior evidência de associação no dia 11/06/2017.

Figura 4 – Mapas de entrada no modelo com o uso da terra (Mapa A) e relevo (Mapa B), Distância do centro (Mapa C), Álvares Machado (SP).



Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

Por meio da modelagem multicritérios demonstrou-se estatisticamente que os modelos de regressão atingiram a significância para a associação das classes de uso da terra e do relevo com a temperatura do ar.

Os modelos gerados atingiram o intervalo de confiança adotado (95%), assumindo a probabilidade de 5% da associação não ser real e de que a correlação ocorreu por acaso. Pelo procedimento foi possível mensurar a influência das variáveis explicativas nos diferentes tipos de tempo baseando-se nos coeficientes de determinação (r^2) global e nos testes de significância.

Para os recortes de Presidente Venceslau (Tabela 2) e Álvares Machado (Tabela 4) houve maior intensidade de associação demonstrados pelos coeficientes globais de correlação e de determinação, que foram próximos a 1.

Nos testes de significância aplicados a esses recortes, o modelo linear explicou a dependência de y (variável dependente) em relação às variáveis x (variável independente) adotadas. Os modelos confirmaram que as maiores intensidades da ICU foram encontradas em Presidente Venceslau, tanto nas áreas periféricas como centrais da malha urbana, distribuindo-se uniformemente nos topos, áreas que coincidem com grande densidade construtiva, onde os efeitos da urbanização favoreceram as maiores temperaturas, mas o relevo interfere significativamente na resposta térmica em função dos fundos de vale.

Tabela 2 - Resultados da Regressão linear simples (r), múltipla (r^2) e dos testes de significância com destaque para o valor-p e F de significação de Presidente Venceslau (SP) nos dois monitoramentos.

Presidente Venceslau Janela 41x41 (1.230x1.230 metros)	11/06/17				04/12/17			
	Modelo multicriterial 3 variáveis	r	valor-p	F de Significação	R ² ajustado	r	valor-p	F de Significação
Classe urbana	0,45	0,2038	0,00	0,67	0,38	0,11	0,05	0,11
Vegetação alta	-0,67	0,0031			-0,31	0,26		
Relevo	0,72	0,00			-	0,37		
					0,0003			

Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

Em Santo Anastácio, os modelos foram pouco explicativos da variabilidade da temperatura do ar em virtude dos baixos coeficientes de correlação e determinação (próximos a zero) (Tabela 3). A significância entre os termos e a temperatura do ar também não atingiu o intervalo de confiança no episódio de 04/12/2017. Esses resultados sugerem que, para este recorte territorial, a dependência entre as variáveis (x e y) pode não ser linear ou que as variáveis adotadas podem não se aproximar da realidade.

Apesar da limitada confiabilidade, em Santo Anastácio existiu um aquecimento favorável ao centro da malha urbana, enquanto as áreas da periferia registraram menores intensidades térmicas, corroborando o perfil clássico da ICU (OKE, 1987). A distribuição da temperatura foi também regulada pelas feições do relevo.

Com relação à cidade de Álvares Machado, observou-se pelos coeficientes de correlação e determinação que o modelo de regressão linear explica a previsão da temperatura do ar com significância, que não foi verificada nos dois episódios (Tabela 4). Infere-se que a instabilidade da atmosfera no dia 04/12/2017 foi determinante para sustentar os resultados encontrados.

Tabela 3 - Resultados da Regressão linear simples (r), múltipla (r^2) e dos testes de significância com destaque para o *valor-p* e *F de significação* de Santo Anastácio (SP) nos dois monitoramentos.

Santo Anastácio 29x29 (870x870 metros)	11/06/17				04/12/17			
	r	valor-p	F de Significação	R ² ajustado	r	valor-p	F de Significação	R ² ajustado
Classe urbana	0,54	0,35	0,001	0,45	0,49	0,17	0,08	0,17
Vegetação baixa	-0,36	0,23			-0,40	0,54		
Relevo	0,69	0,017			-0,39	0,89		

Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

Para Álvares Machado, o modelo relacionou as áreas de maior intensidade da ICU com as áreas construídas. As áreas providas de vegetação e de fundos de vale localizaram as áreas

de menores temperaturas. As intensidades verificadas classificam as ilhas de calor como de fraca magnitude.

Tabela 4 - Resultados da Regressão linear simples (r), múltipla (r^2) e dos testes de significância com destaque para o *valor-p* e *F de significação* de Álvares Machado (SP) nos dois monitoramentos.

Álvares Machado Janela 29x29 (870x870 metros)	11/06/17				04/12/17			
	Modelo multicriterial 3 variáveis	r	valor-p	F de Significação	R^2 ajustado	r	valor-p	F de Significação
Classe urbana	0,76	0,01	0,00	0,62	0,50	0,1	0,05	0,11
Vegetação baixa	-0,62	0,21			-0,49	0,26		
Relevo	0,31	0,08			-0,01	0,37		
Distância centro	-0,70	0,14			-0,31	0,20		

Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

A espacialização dos modelos se deu pela incorporação das variáveis independentes adotadas a partir dos mapas de entrada e seus respectivos atributos de valores na fórmula gerada para cada cidade e episódio.

3.1. Os modelos multicritérios e a espacialização das ICU nas cidades de interesse: Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado

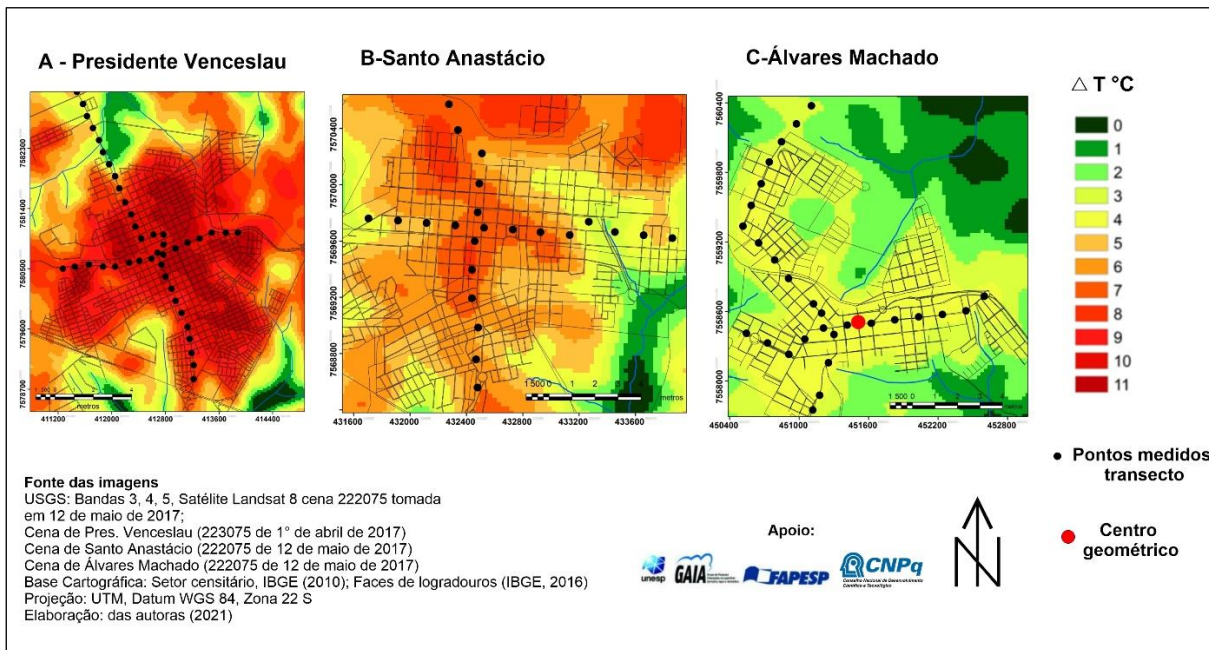
Em 11 de junho (Figura 5), no horário dos registros de temperatura, os ventos estavam fracos, com velocidade de 0,6 m/s, de Sudeste, e não ocorreu precipitação nos dias anteriores. Em Presidente Venceslau (Figura 5, Mapa A), o relevo potencializou os efeitos da massa Polar Atlântica (mPa) atuando como uma forçante para a diferenciação da temperatura intraurbana na relação esperada nos fundos de vale, comprovados pelos maiores coeficientes de correlação registrados (Tabela 2). Nessas condições de estabilidade atmosférica, nas áreas construídas, as maiores temperaturas foram observadas e o pico da ICU atingiu 8,5°C. Tais

resultados corroboram as pesquisas de Amorim (2020) e Ortiz-Porangaba (2015) que verificaram a potencialização da ICU sob a atuação da mPa na mesma região climática.

Na coleta simultânea em Santo Anastácio, foi registrada a intensidade de 6,7°C distribuída uniformemente nos percursos. Os fundos de vale configuraram como o “ponto 0” com a menor temperatura do percurso, comprovando o efeito do relevo na diminuição da temperatura (Figura 5, Mapa B). As áreas periurbanas foram áreas de transição, diminuindo a temperatura no sentido da periferia urbana.

Simultaneamente, a área urbana de Álvares Machado caracterizou-se pelas diferenças térmicas de 4°C em relação ao rural e aos fundos de vale presentes no entorno rural, ocorrendo forte homogeneização nas áreas construídas pela pouca variação dessas feições (Figura 5, Mapa C). Neste recorte, o relevo não explicou a variabilidade da temperatura pela discreta variação altimétrica no transecto e, por isso, não se percebeu a sua associação com a temperatura do ar. Contrariamente ao observado nas demais cidades, a informação da distância geométrica do centro agregou qualidade à espacialização. Supõe-se que neste recorte, o desenho urbano favoreceu a adoção da variável, pois os pontos da amostragem distanciaram-se suficientemente do centro. Como nos outros recortes, em Álvares Machado o modelo relacionou as áreas de maior intensidade da ICU com as áreas construídas e as áreas providas de vegetação e de fundos de vale registrando as menores temperaturas. As intensidades verificadas classificam as ilhas de calor como de moderada magnitude.

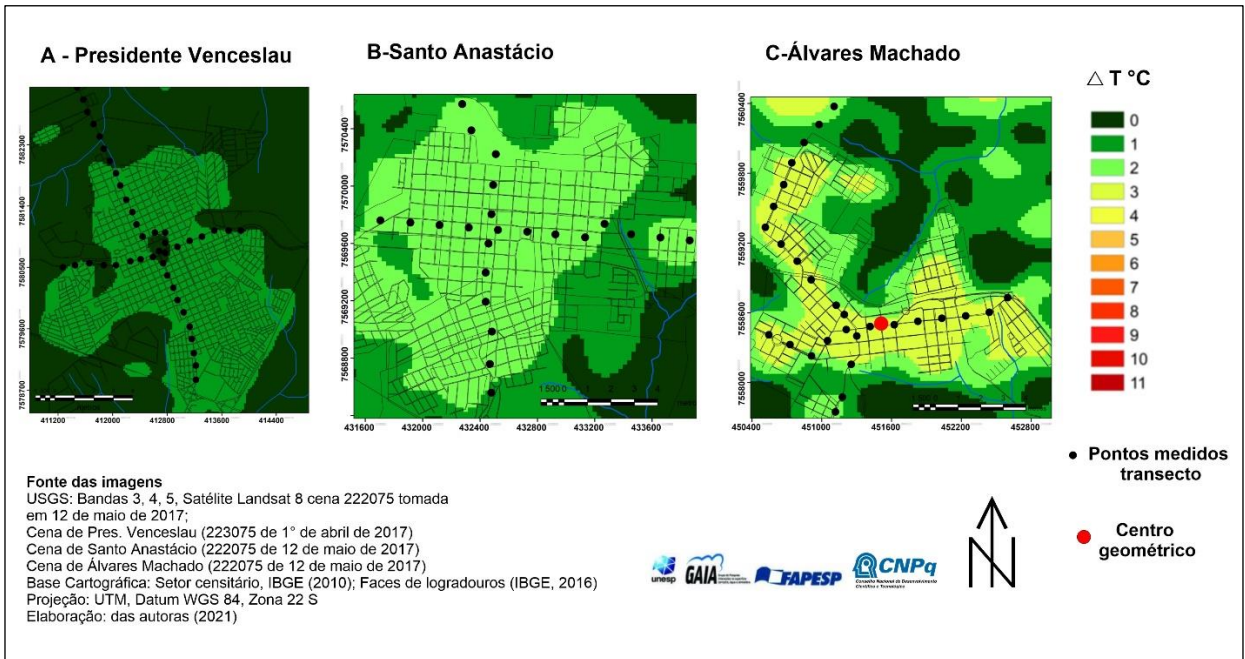
Figura 5 – Modelos multicriteriais em 11 de junho de 2017 às 21 horas em Presidente Venceslau (Mapa B), Santo Anastácio (Mapa B) e Álvares Machado (Mapa C).



Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

Representando o tipo de tempo instável, os cinco dias que antecederam a 04 de dezembro registraram 29,8 mm de precipitação. No dia da coleta de dados a região Oeste paulista estava sob influência da massa Tropical Atlântica e a umidade relativa registrada foi de 70%. No horário de aquisição dos dados primários, a velocidade dos ventos era moderada (1,8 m/s), origem em Sudoeste e o céu caracterizava-se pela cobertura de nuvens, condições que extinguiram as influências das condicionantes geoambientais e urbana sobre a variação da temperatura do ar, como demonstrado pelos coeficientes apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4. Em decorrência das condições atmosféricas, as respostas térmicas das cidades configuraram menores intensidades térmicas, com forte homogeneização entre áreas urbana e rural e discreto aquecimento favorável às áreas densamente construídas (Figura 6). Com intensidades pouco variáveis entre as duas observações, infere-se que Álvares Machado (Figura 6, Mapa C), por situar-se na maior altitude, registrou moderada magnitude da ICU no evento do dia 04 de dezembro de 2017.

Figura 6 – Modelos multicriteriais em 04 de dezembro de 2017 às 21 horas em Presidente Venceslau (Mapa B), Santo Anastácio (Mapa B) e Álvares Machado (Mapa C).



Fonte: Teixeira (2019), com adaptações.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises da presente pesquisa, fundamentadas pelo conjunto de dados tratados no escopo teórico e metodológico do S C U, comprovaram a hipótese de que, sob influência dos sistemas atmosféricos, as cidades apresentam respostas térmicas particulares, explicadas por suas características geoambientais e urbanas que lhes conferem um clima específico. Os resultados corroboram a existência de ICU, cuja forma, intensidade e magnitude dependem de fatores de derivações naturais e antropogênicas (MONTEIRO, 1976).

O perfil clássico da ilha de calor noturna revelou-se pelo aquecimento em favor das áreas densamente construídas e no centro de Presidente Venceslau e Santo Anastácio, onde se presenciaram inversões térmicas de fundo de vale (STEINKE, 2012).

Para Álvares Machado, o modelo também relacionou as áreas de maior intensidade da ilha de calor com as áreas construídas, bem como os setores providos de cobertura vegetal e os fundos de vale como áreas de menores temperaturas. Contudo, a pequena variação altimétrica nos trajetos não condiciona a maior repartição da temperatura do ar, por isso, nesta cidade houve maior homogeneidade, observada também por maior estabilidade das feições urbanas.

Por meio dos resultados, representados por modelagem multicritérios, comprovou-se a estreita relação entre a urbanização e a formação do clima urbano expresso por anomalias térmicas que se manifestam desigualmente nos seus respectivos espaços intraurbanos e entre as urbes. Na avaliação conjunta das variáveis adotadas, é possível comprovar que os modelos se aproximaram da realidade com confiança matemática de 95% ($\alpha=0,05$) nos episódios do monitoramento climático (TEIXEIRA, 2019).

Conhecendo-se que a relação entre a cidade e o clima produz anomalias térmicas também em cidades de pequeno porte e, tendo em vista que o clima é indicador de qualidade do ambiente com reflexos direto na qualidade de vida das pessoas (ANDRADE, 2005), medidas de planejamento e intervenção no espaço urbano podem contribuir para a amenização das implicações diretas da ICU no conforto térmico.

É possível depreender que tais práticas culminam com a promoção do ordenamento territorial, sendo de competência do poder público o controle no uso da terra pela regulação dos gabaritos construtivos, a exigência pela manutenção das áreas permeáveis nos lotes residenciais e, sobretudo, consiste em evitar a densificação das construções especialmente nos novos loteamentos (UGEDA JÚNIOR, 2012).

É urgente pensar a harmonização entre as características geoambientais (relevo, declive, orientação) e os projetos arquitetônicos de forma que as edificações sejam construídas com vistas ao conforto térmico.

Este estudo, delineado nesses propósitos, assume o mérito científico que estudos dessa natureza possuem, advertindo a ciência e os tomadores de decisão sobre a estreita relação entre o adensamento urbano e as anomalias térmicas que afetam distintamente os cidadãos (SANT'ANNA NETO, 2001). Para além dos diagnósticos, tais estudos reforçam a importância do planejamento urbano, bem como instrumentaliza outros cientistas afeitos à Climatologia Geográfica na replicação dos procedimentos em outras realidades.

AGRADECIMENTOS

À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)*, pelo apoio financeiro concedido por meio de bolsa de doutorado e reserva técnica (PROCESSO N° 2015/26224-8), fundamentais para a execução do projeto.



Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão das bolsas de estudo de doutorado (PROCESSO 140607/2016-1) e de Pós-Doutorado Júnior (Processo N° 151597/2020-0).

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, campus Presidente Prudente, pelo apoio institucional.

Ao Grupo de Pesquisa *Interações na superfície terrestre, água e atmosfera* – GAIA.

Aos *nossos familiares*, a quem dedicamos o **1° Prêmio Professor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro**: Fábio Rodrigo Gouveia Teixeira e Maria Júlia Frasca Teixeira; Amilton Amorim (*in memoriam*), Amanda Trindade Amorim e Gustavo Trindade Amorim.

REFERÊNCIAS

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

AMORIM, M. C. de C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, p. 71-90, dez. 2010. Número especial.

AMORIM, M. C. C. T. **Ilhas de calor em cidades tropicais de médio e pequeno porte: teoria e prática**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2020. v. 1. 161p.

ANDERSON, P. S. (coord.). **Princípios de cartografia básica**. [S. l.: s. n.], 1982. (Princípios de cartografia, v. 1). Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3344668/mod_resource/content/1/ANDERSON%20C%20P.%20Princ%3ADpios%20de%20Cartografia%20B%3A1sica.pdf. Acesso em: 02 nov. 2018.

CARDOSO, R. S. **Classificação de potenciais unidades climáticas em Presidente Prudente-SP**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2015.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geoecologia: o clima, os solos, a biota. In: ROSS, J. L. S. (org). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da USP, 2019. p. 69-208

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015. **EchoGéo**. n. 41. p. 1-27, 2017.

FERNÁNDEZ GARCÍA, F. **Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Síntesis, 1996.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para**

geoprocessamento. São Paulo: Ed. UNESP, 2014.

FIALHO, E. S. Estudos climáticos em sítios urbanos e rurais. In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (org.). **Concepções e ensaios da climatologia geográfica**. Dourados: UFGD, 2012. E-book. p. 83-114.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99700.pdf> Acesso em: 12 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. [**Malha de setores censitários e faces de logradouros**]. [2017]. Bases cartográficas das cidades do estudo. Disponível em: https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm. Acesso em: 19 jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Álvares Machado**. [2021]. População estimada. Sinopse. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/alvares-machado.html>. Acesso em: 15 nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Presidente Venceslau**. [2021]. População estimada. Sinopse. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/presidente-venceslau.html>. Acesso em: 15 nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Santo Anastácio**. [2021]. População estimada. Sinopse. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/santo-anastacio.html>. Acesso em: 11 nov. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (Brasil). [**Rede de estações automáticas**]. [2018]. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTcwNw==. Acesso em: 09 jun. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Álvares Machado, São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2017. Banco de dados geomorfométricos. Imagem SRTM Topodata. Quadrícula 22S525. Lat. -22°07'82"S, Long. -51°47'41"W. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 15 maio 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Presidente Venceslau, São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2017. Banco de dados geomorfométricos. Imagem SRTM Topodata. Quadrícula 21S525. Lat. -21°87'44"S, Long. -51°84'83.17"W. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 15 maio 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). **Santo Anastácio, São Paulo**. São José dos Campos: INPE, 2017. Banco de dados geomorfométricos. Imagem SRTM Topodata. Quadrículas 21S525, 22S525. Lat. -21°97'50"S, Long. -51°65'31"W. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 15 maio 2017.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Ed. UNESP, 1998.

LONG, N.; GARDES, T.; HIDALGO, J.; MASSON, V.; SCHOETTER, R. Influence of the urban morphology on the urban heat island intensity: an approach based on the Local Climate Zone



classification. **PeerJ Preprints**, v. 6, e27208v1, 2018. Disponível em: <https://peerj.com/preprints/27208/>. Acesso em: 03 jun. 2019.

MENDONÇA, F. A. O estudo do SCU - Sistema Clima Urbano - no Brasil: aplicações e avanços. In: MONTEIRO, C. A. de F. (org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015. p. 155-165.

MENDONÇA, F, CUNHA, F. C. A., LUIZ, G. C. Problemática Socioambiental Urbana. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia (ANPEGE)**. p.331-352, V.12, n.18, especial GT ANPEGE, 2016.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em climatologia**. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis, ano 5, n. 9, p. 80-114, 1990.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. 2nd ed. London: Methuen; New York: John Wiley & Sons, 1987.

OKE, T. R. Siting and exposure of meteorological Instruments at urban sites. In: INTERNATIONAL TECHNICAL MEETING ON AIR POLLUTION MODELLING AND ITS APPLICATION, 27., 2004, Banff. **Proceedings** [...]. [Banff]: NATO/CCMS, 2004. p. 1- 14. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225881560_Siting_and_Exposure_of_Meteorological_Instruments_at_Urban_Sites Acesso em: 10 mar. 2016.

OKE, T. R.; MILLS, G.; CHRISTEN, A.; VOOGT, J. **Urban climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

ORTIZ-PORANGABA, G. F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã**. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SAMPAIO, T. V. M. **Cartografia temática**. Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFPR, 2018. Disponível em: <http://www.prppg.ufpr.br/site/ppggeografia/wpcontent/uploads/sites/71/2018/03/cartografia-temtica.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2019.

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, v. 8, n. 7, p. 45-60, jan./jun. 2011.

SCARLATO, F. C. População e Urbanização Brasileira. In: ROSS, J. L. S. (org). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da USP, 2019. p. 383-463

- STEINKE, E. T. **Climatologia fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- TEIXEIRA, D. C. F. **O clima urbano de Rancharia (SP)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.
- TEIXEIRA, D. C. F. **O clima urbano das cidades do oeste Paulista: análise do perfil térmico de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado**, Brasil. Tese de Doutorado em Geografia - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente-SP, 2019. 238p.
- TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. de C. T. Modelagem espacial da temperatura do ar em cidade de pequeno porte: o exemplo de Presidente Venceslau - SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 13., 2018, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018. p. 2158-2167.
- TEIXEIRA, D. C. F.; PORANGABA, G. F. O.; AMORIM, M. C. C. T. Representação de ilhas de calor por modelagem espacial em cidades de pequeno porte do oeste paulista. **Caminhos da Geografia** (UFU. Online), v. 20, p. 243, 2019.
- UGEDA JUNIOR, J. C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales/SP**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.
- UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **World Urbanization prospectus 2018**. [2019]. Population division. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Maps/>. Acesso em: 19 jul. 2019.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Álvares Machado, São Paulo**. [Reston]: USGS, 2017. 1 imagem de satélite. Satélite Landsat 8, instrumento OLI TIRS. Ponto 222, órbita 075. Intervalo de tempo: de 12 maio 2017 a 19 out. 2017. Lat. -22°07'82"S, Long. - 51°47'41"W. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 25 mar. 2018.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Presidente Venceslau, São Paulo**. [Reston]: USGS, 2017. 1 imagem de satélite. Satélite Landsat 8, instrumento OLI TIRS. Ponto 223, órbita 075. Intervalo de tempo: de 01 abr. 2017 a 10 out. 2017. Lat. -21°87'44"S, Long. - 51°84'83.17"W. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 22 mar. 2018.
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Santo Anastácio, São Paulo**. [Reston]: USGS, 2017. 1 imagem de satélite. Satélite Landsat 8, instrumento OLI TIRS. Ponto 222, órbita 075. Intervalo de tempo: de 12 maio 2017 a 19 out. 2017. Lat. -21°97'50"S, Long. - 51°65'31"W. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 25 mar. 2018.
- VIANA, S. S. M. **Caracterização do Clima Urbano em Teodoro Sampaio/ SP**. 2006. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente