



ILHAS DE CALOR URBANAS EM ITUIUTABA - MG: UMA ANÁLISE EPISÓDICA SOBRE O INVERNO DE 2019¹

Ana Cristina Araújo Foli ²
Gislaine Cristina Luiz ³

RESUMO

Este trabalho apresenta uma análise sobre o clima urbano de Ituiutaba-MG, e prezou pela busca de uma relação entre os fatores geoambientais e fatores estruturais urbanos no arranjo climático da cidade, com o objetivo de identificar ilhas de calor urbanas. Para tanto, baseou-se na teoria do Sistema Clima Urbano - SCU de Monteiro (1976) e na proposta metodológica de Mendonça (1994). Os dados de temperatura do ar foram coletados *in situ* utilizando a metodologia do transecto móvel entre os dias 08 a 10 de julho de 2019 às 09h00, 15h00 e 21h00. Os resultados apontaram para a formação de ilhas de calor urbanas com variação de até 17,1°C. Não é possível afirmar que o clima de Ituiutaba apresenta condições específicas para a formação de ilhas de calor urbanas, contudo, apresenta tendência de aquecimento em ambientes mais urbanizados.

Palavras-chave: Temperatura do ar, Ilhas de calor, Transectos móveis, Ituiutaba - MG.

ABSTRACT

This work presents an analysis of the urban climate of Ituiutaba-MG, and focused on the search for a relationship between geoenvironmental factors and urban structural factors in the city's climate arrangement, with the objective of identifying urban heat islands. Therefore, it was based on the Sistema Clima Urbano - SCU by Monteiro (1976) and on the methodological proposal of Mendonça (1994). Air temperature data were collected *in situ* using the mobile transect methodology between July 8th and 10th, 2019 at 9:00 am, 3:00 pm and 9:00 pm. The results pointed to the formation of urban heat islands with a variation of up to 17,1°C. It is not possible to state that the climate of Ituiutaba presents specific conditions for the formation of urban heat islands, however, it has a tendency to warm up in more urbanized environments.

Keywords: Air temperature, Heat islands, Mobile transects, Ituiutaba - MG.

¹ Este trabalho é parte integrante da dissertação intitulada “A influência da estrutura urbana e dos fatores geoambientais no clima urbano de Ituiutaba-MG”, defendida no âmbito do PPGeo/IESA/UFG em 2020 e financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

² Doutoranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás - UFG, anafoli@discente.ufg.br

³ Docente do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás - UFG, gislaine@ufg.br



INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudiosos de diversas áreas vêm obtendo um número cada vez maior de registros oficiais sobre os elementos meteorológicos, que apontam intensas alterações no planeta, entre outras, um acréscimo na temperatura média global de cidades por todo o mundo. Essas transformações são decorrentes do concentrado processo de urbanização verificado a partir do final do século XVIII, que promoveu um desajuste em todo o fluxo de energia no antigo sistema natural.

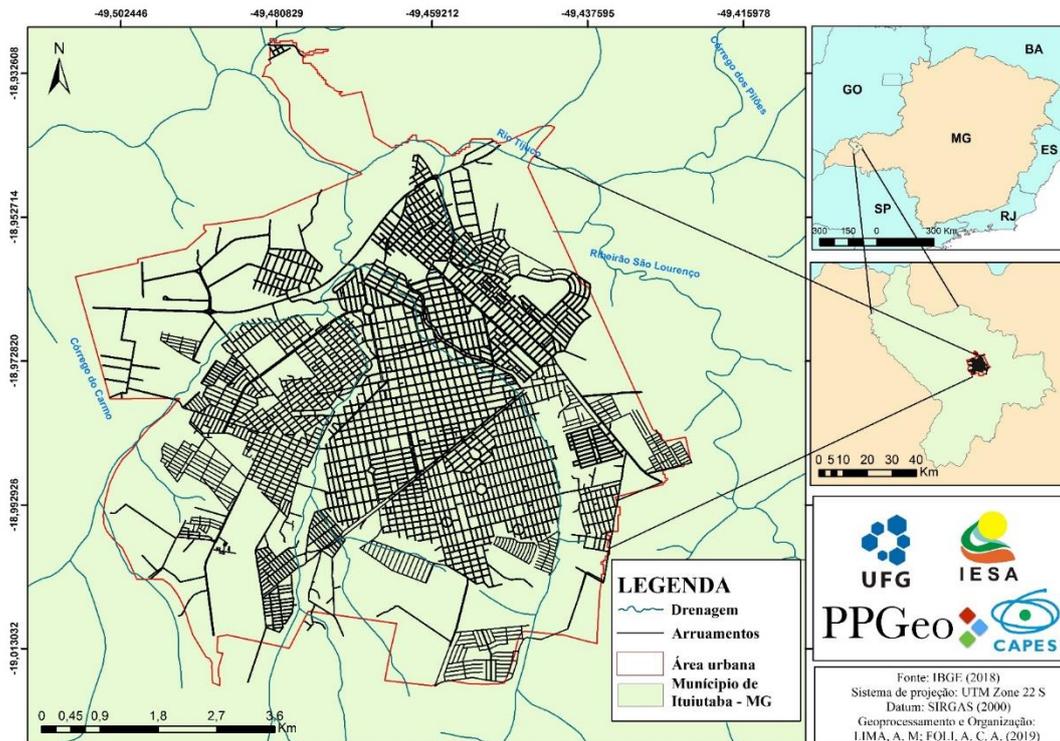
Grande parte das cidades brasileiras situa-se em ambientes tropicais, caracterizados por altas temperaturas durante o ano todo. Esta condição natural pode ser agravada devido a forma como o espaço urbano é apropriado. Assim, infere-se que a intensa urbanização, com altas taxas de impermeabilização; grandes fluxos de pessoas e veículos automotores; construções verticais; aglomerações de residências térreas com materiais de baixo padrão construtivo e; ruas mal projetadas que podem ocasionar a redução da velocidade e do fluxo dos ventos, pode favorecer mudanças no comportamento dos elementos climáticos na escala do clima urbano.

Nesse sentido, as condições urbanas atuais nos levam a hipótese de que, as cidades apresentam características climáticas diferenciadas da área rural, pois são nesses espaços em que se concentram as atividades humanas, que podem atuar no sistema de forma rápida e negativa. Contudo, deve-se analisar que essas diferenças dependem do desenvolvimento da cidade, uso do solo na zona urbana e nas áreas circunvizinhas imediatas e, também, as suas características geográficas.

Ituiutaba - MG é um município situado na Região Geográfica Imediata de Ituiutaba - MG, Região Intermediária de Uberlândia - MG (Figura 1), na intersecção das coordenadas 18°57'36" S e 49°27'36" W. A população estimada, segundo o IBGE (2021) é de 105.818 mil habitantes, possuindo uma área territorial de 2.598,046 km² e o perímetro urbano uma área de aproximadamente 31 km².

Sob os parâmetros do IPEA (2001), Ituiutaba pode ser considerada uma cidade de porte médio e o centro urbano mais importante do Pontal do Triângulo Mineiro, sendo classificada pelo IBGE como Centro Sub-Regional B, pois recebe todo o fluxo de comércio e serviços de sua microrregião.

Figura 1: Localização do município de Ituiutaba - MG.



Fonte: IBGE (2018).
Elaboração: Lima (2019).

Ituiutaba - MG não conta com informações específicas sobre o clima de sua área urbana, visto que a Estação Automática oficial do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET se encontra em uma fazenda localizada na área rural do município, fato direcionador da pesquisa no sentido de coletar e analisar as informações na cidade.

Além disso, em outros trabalhos já realizados por Foli (2017) utilizando o método dos transectos móveis, foram evidenciadas diferenças termo-higrométricas intraurbanas consideráveis. Estes estudos apontaram diferenças térmicas de até 7°C e de 20% de diferença higrométrica no período de inverno e; 5°C de diferença térmica e 17% de diferença higrométrica no período de verão, ambos períodos analisados em um contexto de atuação da massa Tropical atlântica (mTa). Contudo, as informações não contemplaram muitas áreas da cidade, de maneira que, nesta pesquisa, pretendeu-se abarcar o maior número de pontos de coleta de dados, a fim de apresentar uma representação cartográfica dos fenômenos mais consistente.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho foi o de analisar a influência dos fatores geoambientais (relevo, altitude, orientação das vertentes e vegetação, uso e ocupação do solo) e estruturais urbanos (impermeabilização, padrão construtivo,



espaços livres/construídos, fluxo de veículos) nas variações climáticas da cidade, a fim de identificar a formação de ilhas de calor urbanas considerando o período de inverno do ano de 2019.

A partir da teoria do Sistema Clima Urbano (SCU) proposta por Monteiro (1976) e da metodologia desenvolvida por Mendonça (1994), para esta pesquisa foi adotado o método dos transectos móveis, que consiste na demarcação de pontos espalhados pelo sítio urbano para o levantamento *in situ* de dados de temperatura do ar, de forma a abarcar, também, os espaços intraurbanos, considerando os diferentes aspectos geográficos.

Considerando as distribuições espaço-temporais e as análises diárias compreendeu-se que, as características locais de cada ponto, tais quais a densidade e o padrão construtivo, o uso e ocupação do solo, densidade de vegetação arbórea e orientação de vertentes foram os elementos mais evidenciados nas variações dos elementos climáticos, portanto, a influência dos fatores geoambientais mostrou-se menos expressiva quando comparada aos fatores estruturais urbanos.

Os espaços intraurbanos nem sempre apresentaram temperaturas elevadas quando comparados aos locais próximos a zona rural, principalmente no período noturno, que apresenta melhores condições para o fenômeno de inversão térmica.

Sendo assim, não é possível afirmar que o clima de Ituiutaba apresenta condições específicas para a formação de ilhas de calor urbanas, contudo, apresenta tendência de aquecimento em ambientes mais urbanizados.

APORTE TEÓRICO

O clima urbano resulta das modificações que as superfícies, materiais e as atividades das áreas urbanas provocam nos balanços de energia, massa e movimento (LANDSBERG, 1981; OKE, 1988; ARNFIELD, 2003).

Sob o contexto da Revolução Industrial, observada de forma mais sintomática na Inglaterra, passou-se a observar certo desequilíbrio ambiental causado pela urbanização desordenada, como, por exemplo, alterações na qualidade do ar. Tanto que, os primeiros estudos sobre o clima urbano reportam à cidade de Londres, realizados por Evelyn, em 1661 e por Howard, em 1883 utilizando, para tanto, dados de estações meteorológicas urbanas e rurais (LOMBARDO, 1985).



Como aponta Fialho (2009), de maneira geral grande parte dos primeiros trabalhos e, também dos atuais tiveram como objetivo identificar diferenças nos parâmetros de temperatura do ar e umidade relativa do ar entre o meio urbano e o meio rural, visto que, a expansão das cidades propiciou a formação de um clima local diferente da área em seu entorno, como indicam alguns dos trabalhos mais relevantes, como os de Oke (1973); Chandler (1970) e Landsberg (1981).

As alterações ocasionadas por processos antropogênicos no espaço urbano, em conjunto com as características geoambientais zonais e a morfologia do relevo, repercutem em efeitos diretos de conforto/desconforto térmico que influenciam a qualidade de vida dos habitantes das cidades. Nessa direção, considera-se que nenhuma cidade, seja ela de pequeno ou de grande porte, está imune às consequências provocadas pela ação antrópica, que podem causar prejuízos ao espaço urbano e seu sistema climático.

No Brasil, grande parte das pesquisas fundamentaram-se na proposta teórico-metodológica de Monteiro (1976). Em sua Teoria do Clima Urbano, o referido autor considera a cidade como um sistema complexo, aberto e adaptativo que, ao receber a energia radiada pelo sol, a absorve e a transforma a ponto de gerar uma produção de energia transmitida ao ambiente. Para ele, o clima urbano “abrange o clima de um dado espaço e sua urbanização”, e aponta que os principais elementos para a geração deste são o sítio, a morfologia urbana e a função urbana, parâmetros considerados fundamentais para a análise da qualidade ambiental nas cidades.

O Sistema Clima Urbano importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos (MONTEIRO, 1976, p. 96).

O subsistema termodinâmico (MONTEIRO, 1976) vem sendo o canal de percepção mais utilizado em estudos climáticos, sobretudo em cidades, por estar associado a rápida resposta que a urbanização promove no conforto térmico e, conseqüentemente, na qualidade ambiental do ar. O estudo sobre o conforto térmico urbano é um importante indicador do impacto da ocupação humana na alteração do clima local.



A definição clássica de Oke (1982) compreende a ilha de calor como o resultado do aumento da temperatura em áreas urbanizadas em comparação com as áreas periféricas e rurais, o que conduz a um forte gradiente horizontal de temperatura. Para Monteiro (1976), a ilha de calor corresponde a parcelas de ar com temperaturas mais elevadas que se formam sobre os centros das grandes cidades. Lombardo (1985) conceitua o fenômeno das ilhas de calor como

[...] fenômeno que associa os condicionantes derivados das ações antrópicas sobre o meio ambiente urbano, em termos de uso do solo e os condicionantes do meio físico e seus atributos geocológicos. A urbanização, considerada em termos de espaço físico construído, altera significativamente o clima urbano, considerando-se o aumento das superfícies de absorção térmica, impermeabilização dos solos, alterações na cobertura vegetal, concentração de edifícios que interferem no efeito dos ventos, contaminação da atmosfera através da emissão dos gases (LOMBARDO, 1985, p. 77).

Para Moura et al. (2008), o termo ilhas de calor se aplica tanto em um contexto intraurbano, quando as diferenças da temperatura do ar são mensuradas de maneira simultânea, dentro dos limites territoriais da cidade, como no interurbano, contexto em que as diferenças são obtidas a partir de um ponto na área urbana e outro no meio rural.

Muitos são os mecanismos e fatores que contribuem para a formação e intensidade das ilhas de calor urbanas, dentre eles: localização geográfica; condições sinóticas do dia; supressão da vegetação; ausência de corpos hídricos; tamanho da cidade; densidade da população, entre outros. Segundo Amorim (2005)

O parâmetro mais importante que caracteriza a ilha de calor é sua intensidade ou magnitude, que geralmente evolui mediante a diferença máxima observada, em um momento determinado, entre a temperatura de um ponto da cidade, densamente construído, e outro em seu entorno ou no ambiente rural (AMORIM, p.122, 2005).

As ilhas de calor já foram identificadas em grandes cidades e metrópoles (LOMBARDO, 1985; MENDONÇA, 1994; BRANDÃO, 2011) porém, cada vez mais são observados estudos sobre o fenômeno em cidades pequenas e médias (AMORIM, 2005; PIMENTEL, 2010; CASTRO, 2017). Neste contexto, a cidade de Ituiutaba-MG é o foco dessa pesquisa, com intuito de verificar a formação de ilhas de calor urbanas em cidade de porte médio no período de inverno do ano de 2019.



METODOLOGIA

Este trabalho apresenta uma análise sobre o clima urbano de Ituiutaba - MG, e prezou pela busca de uma relação entre os fatores geoambientais e fatores estruturais urbanos no arranjo climático da cidade. A partir da teoria proposta por Monteiro (1976) e da metodologia desenvolvida por Mendonça (1994), adotou-se o método dos transectos móveis.

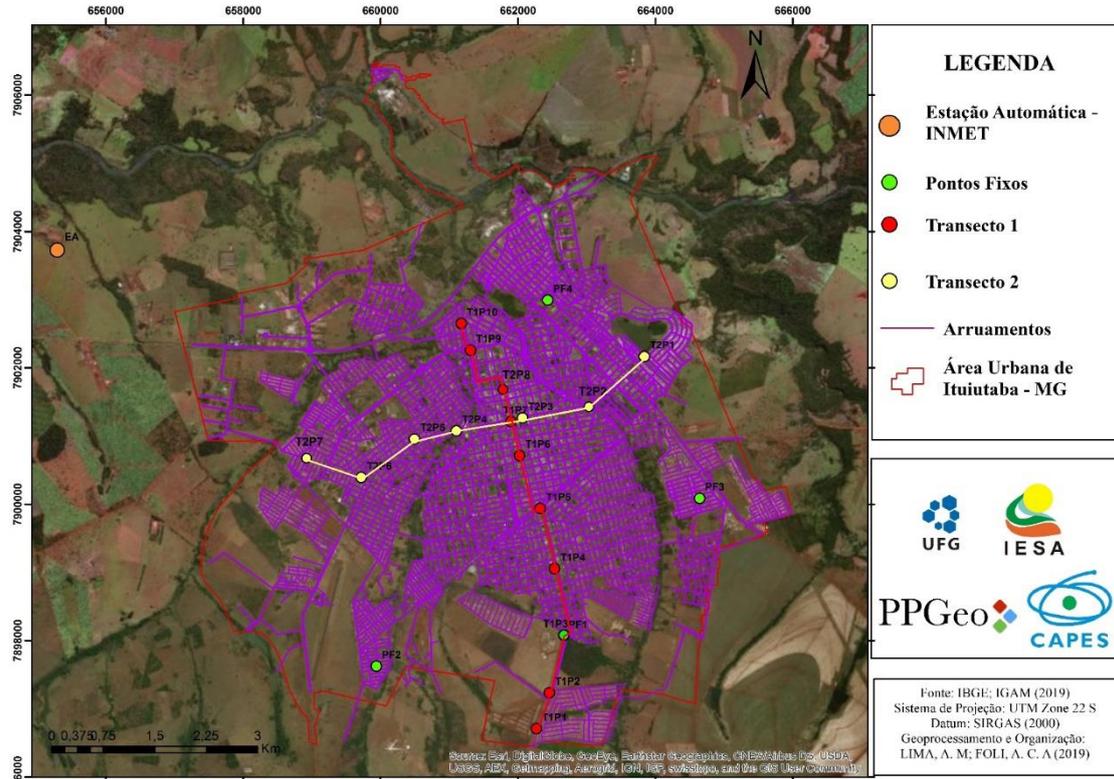
Dessa forma, foram definidos 10 pontos de coleta no sentido sul-norte, e 7 pontos no sentido leste-oeste, além de serem escolhidos 4 pontos fixos fora do percurso dos transectos móveis com a finalidade de auxiliarem na triangulação dos dados na malha urbana. Cada ponto foi identificado por meio de siglas tais quais o percurso onde se localizam, como, por exemplo, T1P1, onde T significa transecto e P o ponto e, PF3, ou seja, ponto fixo 3 (Figura 2).

Os transectos móveis foram realizados no mês de julho de 2019, entre os dias 08 a 10 de julho de 2019 em três horários sinóticos, às 09h00, 15h00 e 21h00. A realização de levantamento de dados climáticos secundários, registrados pela Estação Automática localizada em Ituiutaba, foi executada a partir de coleta no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Os dados secundários foram utilizados na elaboração dos gráficos de análise rítmica.

Para a coleta de dados dos transectos móveis, foram utilizados dois termohigrômetros digitais da marca *Instrutemp*, modelo *ITHT-2210* a uma altura de 1,5 m do solo, com duração aproximada do percurso entre 30 a 40 minutos, sendo realizado por duas equipes de motoristas e auxiliares, utilizando motocicletas e bicicletas. Ambos os transectos partiram de seu ponto inicial ao mesmo tempo, nos três horários estabelecidos.

Em relação aos pontos fixos, foram instalados instrumentos em residências localizadas fora do eixo de coleta dos transectos móveis, propiciando nas análises a triangulação dos dados para fins comparativos e de mapeamento. Os instrumentos utilizados foram termohigrômetros modelo *KlimaLogg Pro* da marca *Incoterm*, com sistema *datalogger*, os quais foram dispostos em protetores meteorológicos alternativos a uma altura de 1,5 m do solo, com a finalidade de proteger da radiação solar direta.

Figura 2: Localização dos pontos de experimento: Ituiutaba - MG, 2019.



Fonte: IBGE; IGAM (2019).
Elaboração: Lima (2019).

A partir do site da Marinha do Brasil, foram obtidas as cartas sinóticas utilizadas para a análise dos tipos de tempo atuantes em diferentes momentos ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, em conjunto com os dados meteorológicos.

Também foram utilizadas imagens de satélite, especificamente do GOES-16, canal 13, banda termal IV referente à temperatura do topo das nuvens, e canal 08, referente ao vapor d'água em altos níveis, disponibilizadas no site do INMET. Após a junção dessas informações, foram elaborados os gráficos de análise rítmica utilizando o software livre *Gnuplot*, que subsidiaram a interpretação da dinâmica atmosférica atuante nos períodos analisados.

Como método comparativo, a utilização do software *ArcGIS®* permitiu a elaboração de cartogramas de valores atribuídos ao campo termo-higrométrico, com o objetivo de verificar a espacialização dos dados através da interpolação e representação espacial. A espacialização dos dados foi elaborada com base no método de análise espacial denominado *Krigagem*.



A partir desta representação foi possível verificar a variação espaço-temporal dos índices extremos de temperatura do ar em relação aos valores medidos em ambiente intraurbano, os principais horários e os setores de ocorrência dos maiores e menores valores de temperatura, e, a magnitude das diferenças térmicas, tendo sempre como parâmetro os dados coletados no espaço intraurbano. Dessa maneira, para a devida apresentação dos resultados utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\textit{Variação Térmica} = (+T^{\circ}\text{C}) - (-T^{\circ}\text{C})$$

Na expressão 1, o termo $+T^{\circ}\text{C}$ é o valor da temperatura máxima registrada nos pontos de coleta intraurbanos e, o termo $-T^{\circ}\text{C}$ corresponde ao valor da menor temperatura registrada entre os pontos de coleta intraurbanos. Nesse sentido, estabeleceu-se a variação térmica a partir da área de ocorrência do menor e do maior valor absoluto, em cada um dos transectos móveis e nos pontos fixos.

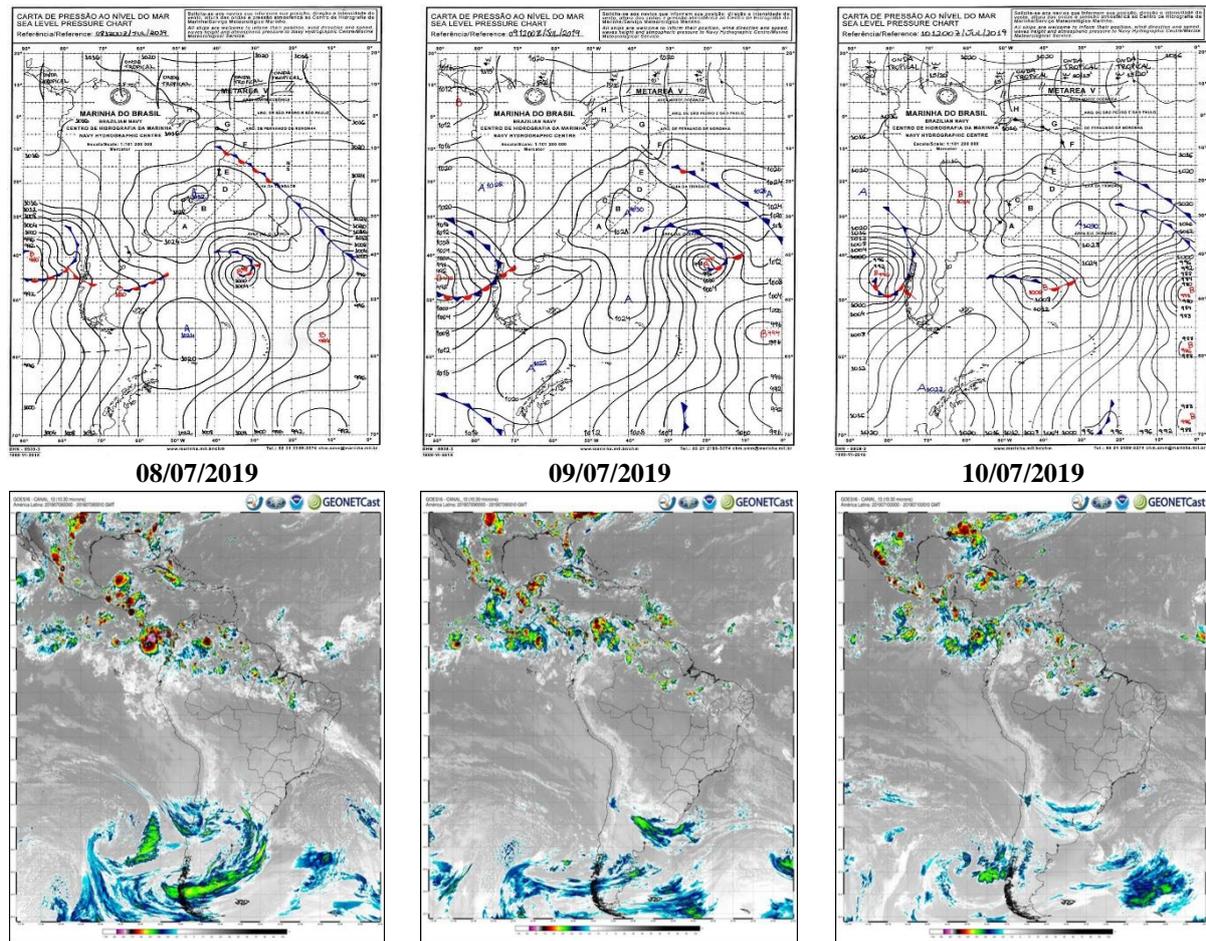
Conforme o que foi adotado por Gomez et al. (1993), os valores encontrados para representar a intensidade da ilha de calor foram agrupados da seguinte forma: ilhas de calor de fraca intensidade, quando ocorre variação entre 0 e 2°C; ilhas de calor de intensidade moderada, quando ocorre variação entre 2 e 4°C; ilhas de calor de forte intensidade, quando ocorre oscilação entre 4 e 6°C; e, ilhas de calor de intensidade muito forte, ou seja, acima de 6°C de variação.

Como em Brandão (2011, p. 131), para a intensidade máxima da ilha de calor na cidade, foi considerada a diferença térmica entre o maior valor máximo e o mínimo, no conjunto de todos os dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o embasamento das análises ora apresentadas, faz-se necessário compreender a atuação dos sistemas atmosféricos durante o período. A interpretação da dinâmica atmosférica por meio das cartas sinóticas e imagens de satélite (Figura 3), associada à análise dos gráficos de análise rítmica indicou a preponderância da atuação do sistema atmosférico relacionado à massa Polar atlântica (mPa), e que se transformou, no decorrer dos dias, em massa Polar atlântica envelhecida, entremeada pela influência do sistema atmosférico associado à massa Tropical atlântica (mTa).

Figura 3: Sequência de cartas sinóticas de 00Z e imagens de satélite GOES16 - canal 13 entre os dias 08 a 10/07/2019.



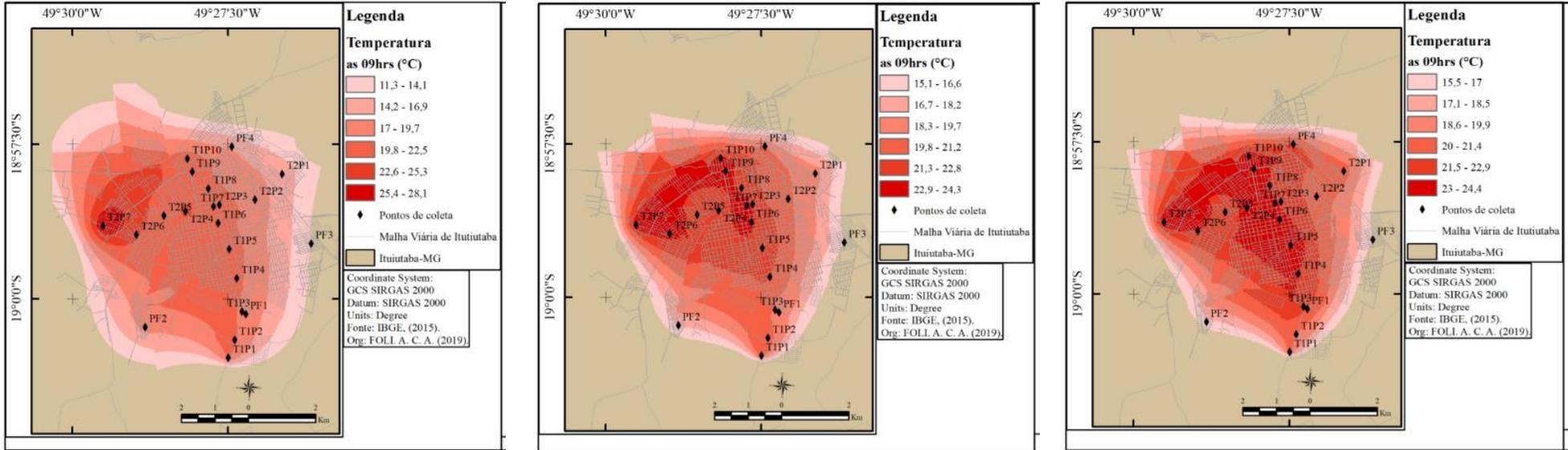
Fonte: Marinha do Brasil; INMET (2019).
Organização: Foli (2019).

Análise do campo térmico da cidade de Ituiutaba às 09h00

A análise diurna do período de inverno, referente aos dados de temperatura do ar, aponta que, de maneira geral os ambientes que apresentaram temperaturas mais amenas foram observados nas áreas mais externas da cidade, perpassando pelos setores sudoeste, sudeste, leste, nordeste e norte, ou seja, fora do percurso dos transectos móveis (Figura 4).

Em todos os dias analisados no horário da manhã, o local que apresentou as menores temperaturas foi o ponto PF3, respectivamente valores de 11,2°C; 15,1°C e, 15,6°C. Este local é caracterizado por uma área permeável com a presença de vegetação de baixo porte no quintal da residência onde foi instalado o aparelho, sendo assim, estes

Figura 4: Variação térmica, respectivamente nos dias 08, 09 e 10 de julho de 2019 às 09h00.



Fonte: Trabalho de Campo (2019).



fatores podem ter contribuído para o registro de baixas temperaturas, neste horário no período do inverno.

Outros locais que merecem destaque neste horário, por apresentarem temperaturas baixas em mais de um dia das análises, são os pontos T1P3 e T2P1, localizados em áreas periféricas nos setores sul e nordeste, respectivamente. Fatores geoambientais, tais quais densidade de vegetação, áreas permeáveis e presença de corpos hídricos contribuíram para o registro de temperaturas mais amenas, quando comparadas a áreas mais centralizadas.

É importante dar destaque ao dia 08 de julho, primeiro dia após a passagem da massa Polar atlântica (mPa) pela cidade, onde foram registradas temperaturas mais frias em grande parte do ambiente intraurbano. Todavia, no setor oeste, onde se localiza o ponto T2P7 (Figura 5), registrou-se temperatura de $28,3^{\circ}\text{C}$, o que permitiu identificar variação térmica de $17,1^{\circ}\text{C}$, quando comparado ao ponto onde se registrou a menor temperatura (PF3), uma diferença que chamou bastante atenção no primeiro momento. Entretanto, verificou-se que em todos os outros dias este local apresentou temperaturas elevadas, o que pode ser justificado pelo fator orientação de vertentes, à Norte, direção essa mais favorável a incidência solar no Hemisfério Sul.

Figura 5: Localização do ponto T2P7 – Bairro Residencial Sol Nascente.



Trabalho de Campo (2019).

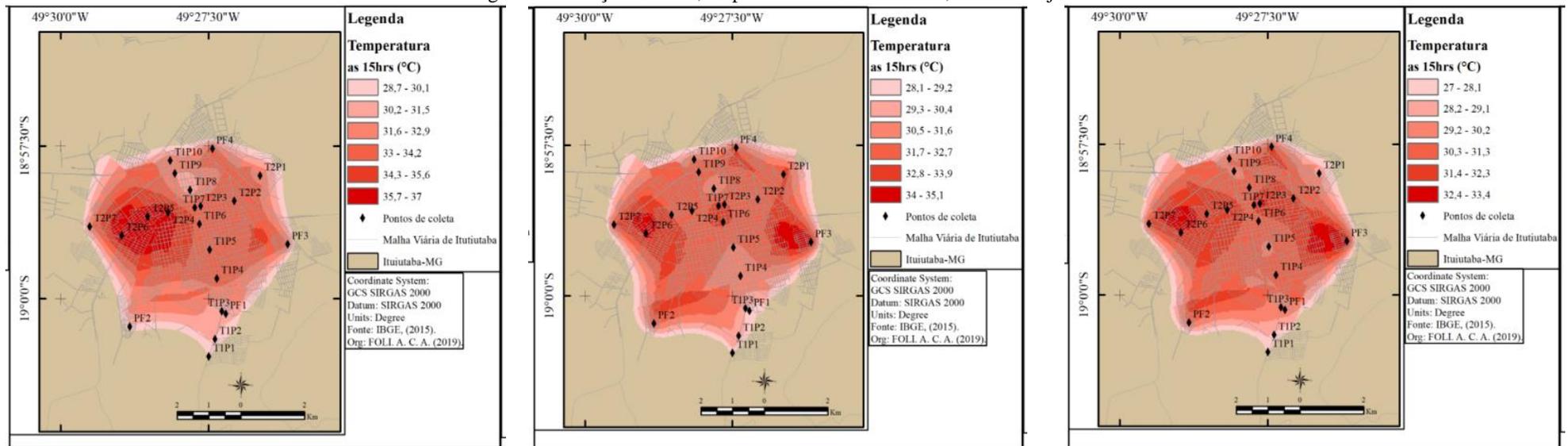
Nesse sentido, no período do inverno às 09h00 observou-se aquecimento intraurbano distribuído entre os setores noroeste, oeste e central, e ilhas de calor urbanas de intensidade muito forte, ou seja, variação térmica acima de 6°C .

Análise do campo térmico da cidade de Ituiutaba às 15h00

A análise vespertina do período de inverno, referente aos dados de temperatura do ar, aponta que, de maneira geral observou-se determinado padrão de distribuição espacial da temperatura do ar, tanto na identificação das áreas mais aquecidas, quanto daquelas onde as temperaturas registradas foram mais baixas (Figura 6).



Figura 6: Variação térmica, respectivamente nos dias 08, 09 e 10 de julho de 2019 às 15h00.



Fonte: Trabalho de Campo (2019).



Os maiores valores de temperatura foram evidenciados entre os setores leste, central e oeste, em pontos de coleta que se caracterizam por seu uso voltado à presença de moradias em conjuntos habitacionais e, também, em pontos caracterizados por densa impermeabilização e ausência de vegetação. Os locais mais representativos dessa análise correspondem: aos pontos T1P7 e T1P10, ambos no Transecto Móvel 1; T2P3 e T2P6 (Figura 7), ambos no percurso do Transecto Móvel 2; e pontos PF3 e PF4, localizados fora das rotas dos transectos.

Figura 7: Localização do ponto T2P6 – Bairro Guimarães.



Trabalho de Campo (2019).

Em relação às áreas de menor aquecimento evidenciou-se padrão espacial diverso do que foi observado no período da manhã. Os locais onde se registraram as menores temperaturas foram os pontos T1P1 e PF1, ambos representativos do ambiente rural. Fatores geoambientais, tais quais densidade de vegetação e áreas permeáveis contribuíram para o registro de temperaturas mais amenas, quando comparadas a áreas mais centralizadas.

Outros locais que apresentaram baixas temperaturas quando comparados aos demais foram os pontos T2P1 e T2P4, ambos caracterizados pela presença de corpos hídricos que podem ter favorecido um ambiente mais ameno. Nesse sentido, no período do inverno às 15h00 observou-se aquecimento intraurbano distribuído mais uniformemente entre os setores leste, oeste e central, com ilhas de calor urbanas de intensidade muito forte.

Análise do campo térmico da cidade de Ituiutaba às 21h00

A análise do horário noturno indicou queda nos valores de variação térmica, quando comparadas as que foram identificadas nos períodos da manhã e tarde (09h00 e 15h00). Isso se deve ao fato de que, após o pôr-do-sol, as áreas construídas passam a perder energia gradativamente, e os valores registrados passam a evidenciar temperaturas mais amenas. Ao contrário do que foi observado nos outros horários, o



período noturno apontou para queda nos valores dos pontos que registraram temperaturas elevadas durante o dia, sugerindo a ocorrência do processo de inversão térmica, fenômeno natural muito comum nesta época do ano.

De maneira geral, as áreas de maior aquecimento foram evidenciadas nos setores sul e central (Figura 8). Os bairros do setor sul apresentam uso do solo misto, em área urbana não totalmente consolidada, com manchas de vegetação do tipo pastagem e vertentes mais suscetíveis a incidência solar, portanto, infere-se que a união destes fatores pode ter causado o fenômeno de inversão térmica, ocasionado maiores temperaturas nesses ambientes. Os bairros do setor central são caracterizados por alta densidade de construções e intensa impermeabilização, fatores urbanos que favorecem o acúmulo de energia nesses ambientes.

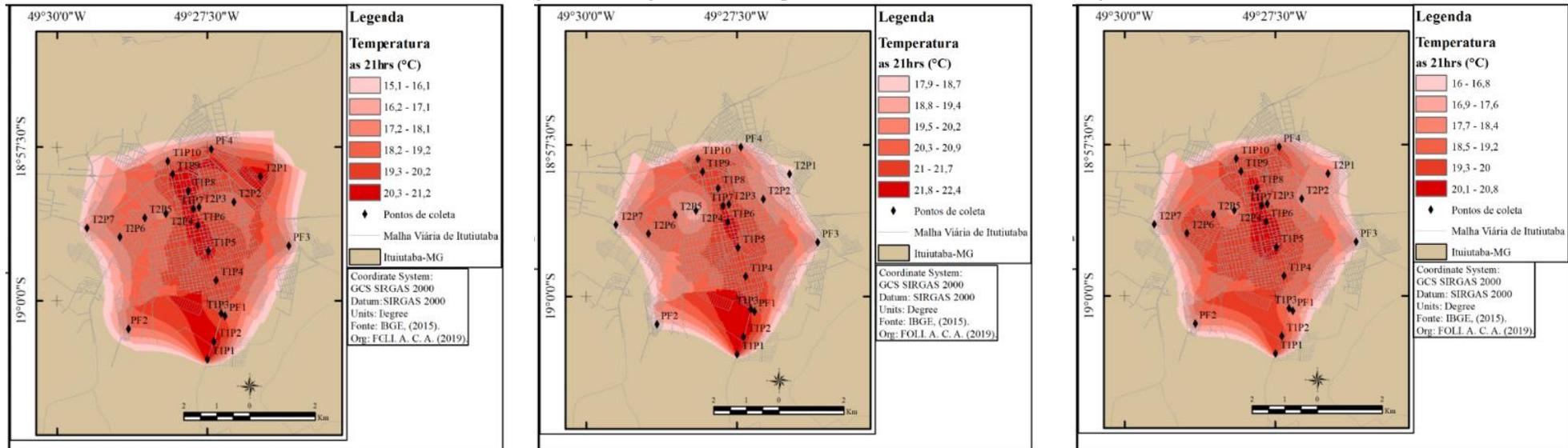
Sendo assim, os locais mais representativos dessa análise correspondem: aos pontos T1P1, T1P2 e T1P7, no Transecto Móvel 1, e T2P3, no percurso do Transecto Móvel 2. Outro ponto que merece destaque é o ponto PF4, localizado no setor norte, no Bairro Maria Vilela.

Em relação às áreas de menor aquecimento não foi possível evidenciar um padrão consistente (Figura 8). Todavia, dois pontos merecem destaque por registrarem os menores valores de temperatura em mais de um dia de análises, os quais são os pontos T2P7 e PF2, respectivamente localizados em áreas periféricas nos setores noroeste e sudoeste. Assim, infere-se que o fator direção/velocidade dos ventos foi o principal responsável pelo registro das menores temperaturas.

Também se faz necessário destacar a relevância do ponto T2P4 nas análises, devido a influência do Córrego Pirapitinga no registro de temperaturas mais amenas neste local.

Nesse sentido, no período do inverno às 21h00 observou-se aquecimento intraurbano distribuído entre os setores sul e central, com ilhas de calor urbanas que perpassaram de intensidade moderada a forte, ou seja, variação térmica entre 2°C a 6°C.

Figura 8: Variação térmica, respectivamente nos dias 08, 09 e 10 de julho de 2019 às 21h00.



Fonte: Trabalho de Campo (2019).



Em síntese, as análises apontaram a preponderância da atuação do sistema atmosférico relacionado à massa Polar atlântica (mPa), transformando-se, no decorrer dos dias, em massa Polar atlântica envelhecida, entremeada pela influência do sistema atmosférico associada à massa Tropical atlântica (mTa).

Em relação a identificação de ilhas de calor urbanas, na busca de estabelecer uma comparação do comportamento dos elementos climáticos entre os diferentes pontos, o mês de julho de 2019 não apresentou padrão espacial definido (Quadro 1).

Quadro 1: Características da configuração de ilhas de calor urbanas em julho de 2019.

DATA	HORA	MASSA DE AR	VARIAÇÃO TÉRMICA	-T°C (BAIRRO)	+T°C (BAIRRO)	INTENSIDADE
08/07	09h	mPa	17,1°C	Canaã	Sol Nascente	Muito forte
08/07	15h	mPa	8,1°C	Nova Ituiutaba	Guimarães	Muito forte
08/07	21h	mPa	3,9°C	Sol Nascente	Nova Ituiutaba	Moderada
09/07	09h	mPa	9,3°C	Canaã	Centro	Muito forte
09/07	15h	mPa	6,8°C	Tupã	Canaã	Muito forte
09/07	21h	mPa	4,3°C	Drummond	Nova Ituiutaba	Forte
10/07	09h	mPa	8,8°C	Canaã	Setor Sul	Muito forte
10/07	15h	mPa	6,2°C	Nova Ituiutaba	Canaã	Muito forte
10/07	21h	mPa	4,1°C	Sol Nascente	Centro	Forte

Fonte: Trabalho de Campo.
Organização: Foli (2019).

Entretanto, foram observadas divergências bastante significativas, como por exemplo no dia 08 de julho, no qual identificou-se amplitude térmica de 17,1°C, onde a maior temperatura foi registrada no Bairro Sol Nascente, ponto T2P7 e, a menor temperatura foi registrada no Bairro Canaã, ponto PF3, ambos com predomínio de uso residencial em conjuntos habitacionais.

É importante ressaltar que, no mês representativo do inverno, a cidade encontrava-se sob forte influência da atuação de sistema atmosférico associado a massa Polar atlântica que, inclusive, registrou temperaturas mínimas recordes em sua série histórica (cerca de -1,1°C, de acordo com o INMET), o que ocorreu não apenas em Ituiutaba-MG como em diversas cidades brasileiras, portanto, as causas dessas variações merecem investigações mais aprofundadas.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, os bairros mais evidenciados nas análises, tais quais o Centro, que aparece em quatro das medidas registradas; o Bairro Guimarães, que aparece em duas das medidas registradas; bem como o Setor Sul, Bairro Platina e Bairro Universitário apresentam características urbanísticas que favorecem o registro de altos valores de temperatura do ar.

Não foi possível estabelecer padrão espaço-temporal em relação à distribuição dos maiores valores de temperatura do ar registrado no mês de julho de 2019, pois cada dia e horário indicou um local diferente na identificação das ilhas de calor urbanas.

As menores temperaturas registradas foram, todas elas, identificadas em áreas periféricas da cidade. No período da manhã, o Bairro Canaã, localizado na porção leste da cidade em área residencial de conjuntos habitacionais, destacou-se em todos os dias analisados como o local mais ameno.

Nesse sentido, fatores ambientais tais quais presença de vegetação, proximidade com a zona rural, presença de corpos hídricos e permeabilidade do terreno mostraram-se relevantes em relação ao registro dos menores valores de temperatura do ar no período do inverno de 2019, indicando menor influência dos aspectos morfométricos e urbanos na variação térmica.

Dessa forma, as análises indicam que, no período do inverno de 2019 foram identificadas variações térmicas que apontam configuração de ilhas de calor urbanas de intensidades que perpassam de moderada a muito forte, não sendo viável, contudo, correlacionar quais os fatores se mostraram mais relevantes em relação ao campo térmico da cidade.

Portanto, não é possível afirmar que o clima de Ituiutaba-MG apresenta condições específicas para a formação de ilhas de calor urbanas, todavia, apresenta tendência de aquecimento em ambientes mais urbanizados, o que demonstra a necessidade de ações mais efetivas que conduzam à adequação do espaço urbano em relação as variações climáticas, visto que os cidadãos não possuem as mesmas condições sociais para o enfrentamento de alterações extremas no ambiente.



AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. **Geosul**, UFSC – Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal of Climatology**, London, v. 23, n. 1, p.1-26, 2003.

BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In.: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2011, p. 121-153.

CASTRO, F. S. **Clima urbano sob o olhar das pequenas cidades**: influência dos fatores geográficos nas variações climáticas em Lagoa Formosa (MG). 145 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão. Catalão, 2017.

FIALHO, E. S. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte**: caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira. 279 f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

FOLI, A. C. A. **Análise do campo termo-higrométrico de Ituiutaba-MG**: uma contribuição aos estudos de clima urbano. 132 f. Monografia (Graduação em Licenciatura e Bacharelado em Geografia). Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. Ituiutaba, 2017.

GOMEZ, A. L. et al. El clima urbano. **Teledetección de la isla de calor en Madrid**. Madrid: MPOT - Ministerio de obras públicas y transportes, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Ituiutaba-MG. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/ituiutaba.html> Acesso em: 19 mai. 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações e Dados**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> Acesso em: 15 jul. 2019.



INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Satélites**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/satelites/?area=0&produto=G12_AS_TN Acesso em: **30 jul. 2019**.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Cidades Médias Brasileiras**. In: ANDRADE, T. A. A.; SERRA, R. V. (org.). Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=5397 Acesso em: **11 nov. 2019**.

LANDSBERG, H. E. 1981. **The Urban Climate**. New York-NY: Academic Press, 1981. 271p.

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

MARINHA DO BRASIL. Centro de Hidrografia da Marinha. **Cartas Sinóticas**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas> Acesso em: **30 jul. 2019**.

MENDONÇA, F. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e aplicação à cidade de Londrina, PR**. 322 p. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. Série Teses e Monografias, 181 p.

MOURA, M. O.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 28, n. 2, jul. /dez. 2008, p. 33-44.

OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, Reading-England, n.108, 1982, p.1-24.

OKE, T. R. The urban energy balance. **Progress in Physical Geography**. New York, v. 12, n. 4. 1988, p. 471-508.

PIMENTEL, M. R. dos S. **A influência dos fatores geográficos nas variações térmicas e higrométricas na área urbana de Caldas Novas (GO)**. 215 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2010.