

Clima urbano: análise do campo termo- higrométrico em episódios de inverno e primavera em Ituiutaba-MG

Sandra Aparecida da Silva

Paulo Cezar Mendes

Universidade Estadual do Ceará
Programa de Pós-Graduação em
Geografia - PROP GEO

Revista GeoUECE
ISSN: 2317-028X

<https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/index>

FICHA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, A. S.; MENDES, P. C. Clima urbano: análise do campo termo-higrométrico em episódios de inverno e primavera em Ituiutaba-MG. *GeoUECE* (online), v. 09, n. 17, p. 129-151, 2020.



Clima urbano: análise do campo termo-higrométrico em episódios de inverno e primavera em Ituiutaba-MG

Sandra Aparecida da Silva

Universidade Federal de Uberlândia
sandasilva2201@gmail.com

Paulo Cezar Mendes

Universidade Federal de Uberlândia
pcmendes@ig.ufu.br

Resumo: Este trabalho objetivou investigar as variações térmica e higrométrica de Ituiutaba – MG, em episódios de inverno e primavera, no ano de 2018 e sua relação com elementos da paisagem urbana, pela Teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) de Monteiro (1976). O estudo utilizou a metodologia de Monteiro (1976) e Mendonça (2004), composta por quatro etapas: revisão bibliográfica, levantamento geográfico e cartográfico (aspectos geoecológicos e geourbanos), investigação de dados termo-higrométricos e elaboração de um quadro-síntese para a discussão dos resultados. Conseguiu-se inferir que as variações termo-higrométricas encontradas se deram em função das diferenças geoecológicas, tais como, altitude, declividade, exposição das vertentes, proximidade à cursos d’água e cobertura vegetal, bem como da influência dos aspectos geourbanos.

Palavras-chave: Clima urbano. Campo termo-higrométrico. Ituiutaba-MG.

129

1. Introdução

A urbanização, por si só, não constitui nenhum problema, ela é antes de tudo resultado da conquista do espaço pela condição do ser humano como um ser gregário. Contudo, Amorim e Ugeda Júnior (2016, p. 254) dizem que as estruturas urbanas “tem alterado o balanço de radiação da superfície devido à substituição dos materiais naturais pelos materiais urbanos” gerando uma nova condição climática.

O desequilíbrio gerado pela combinação das características estruturais, oriundas dos fluxos que atuam no espaço urbano, mais a dinâmica atmosférica atuante e o ritmo climático são responsáveis por muitas alterações, que são catalisadas na forma de um tipo de tempo individualizado a cada cidade, influenciados pela formação das ilhas de calor, inversão térmica, mudança na direção e velocidade dos ventos, queda da umidade relativa do ar e



aumento da concentração de precipitações, sendo que a magnitude desses efeitos depende diretamente das intervenções antropogênicas particulares a cada lugar.

Esse artigo é a síntese de um estudo que teve como área a ser observada a cidade de Ituiutaba, localizada no Pontal do Triângulo Mineiro na porção oeste do estado de Minas Gerais. Está a uma distância de 685 km de Belo Horizonte (MG), capital do Estado e, aproximadamente, 456 km da capital do país, Brasília (DF) e a 137 km de Uberlândia, uma importante cidade que se destaca como cidade polo. De uma economia inicialmente baseada na cultura do arroz e pecuária, hoje, tem um comércio diversificado em função da implantação de indústrias sucroalcooleiras e da vinda de universidade e instituto federal do programa REUNI do governo federal.

Neste contexto e mediante a urgente necessidade de ampliação sobre o debate acerca da cidade contemporânea, de pequeno e médio porte, assim como conhecer as relações existentes entre as dinâmicas da estrutura atmosféricas e sociais do espaço urbano, esse estudo busca responder as seguintes indagações: Qual é o nível de variação térmica e higrométrica que Ituiutaba possui considerando sua urbanização durante os meses com registro histórico de menor média de temperaturas mínimas, maior média de temperaturas máximas e umidade relativa do ar mais baixa? Em qual tipo de ambiente urbano essa variação é mais perceptível? Existem fatores intraurbanos que contribuem para essas variações na cidade?

Perante esses questionamentos objetivou investigar a variação térmica e higrométrica da cidade de Ituiutaba – MG e sua relação com diferentes ambientes da paisagem urbana. Especificamente, objetiva-se ainda adensar o referencial teórico sobre a temática, compreender os padrões da temperatura e umidade relativa do ar correlacionada aos tipos de uso do solo, bem como analisar e comparar a variação dos mesmos dentro da mancha urbana.

2. Etapas operacionais da pesquisa

No primeiro momento deste estudo buscou-se efetivar uma pesquisa documental para aquisição de informações que caracterizasse o município de Ituiutaba (MG) bem como ampliar e revisar os parâmetros teóricos acerca do tema proposto.

O segundo momento da pesquisa foi subdividido em três partes: o levantamento das características geourbanas e geoecológicas, para análise espacial e climática que envolveu o conhecimento da dinâmica atmosférica regional e local, pois, como coloca Mendonça (2003),



a partir do conhecimento da dinâmica atmosférica dessas duas dimensões é possível identificar os elementos climáticos que entram na formação do clima urbano e, por fim, ainda nesse momento, a setorização da cidade em ambientes geográficos diferenciados que possam ser considerados em suas unidades morfológicas, estruturas urbanas (morfologia e funções) e dinamismo urbano, que permitam observações e mensurações meteorológicas.

O levantamento cartográfico efetuado possibilitou caracterizar o uso e ocupação do solo com associação dos mapas geocológicos (relevo, rede hidrográfica, orientação de vertentes, NDVI e hipsométrico) que permitiram a adequada setorização e a definição dos pontos de registro de dados.

Para o levantamento dos dados climáticos da cidade e região foram feitos mapas de temperatura de superfície do ambiente urbano de Ituiutaba, onde foi utilizada a imagem de satélite LANDSAT 8, sensor TIRS, banda termal 10. Tal procedimento permitiu identificar as variações da temperatura da superfície, e de acordo com essa apresentação buscou-se parâmetros para estabelecimento da divisão do espaço urbano em setores e na definição dos pontos de observação, pois, a setorização geográfica da cidade em ambientes relativamente homogêneos é a base para o estudo da diferenciação climática intraurbana.

131

Além disso, foi obtido o histórico de dados climáticos oriundos da pesquisa disponibilizada por Costa e Queiroz (2012). Esses dados apresentaram os totais anuais e mensais para cada ano e foram utilizadas as médias das mínimas e máximas mensais da temperatura e umidade relativa do ar apenas para a escolha dos meses do ano para melhor investigação e instalação das estações meteorológicas e posterior observação dos dados termo-higrométricos diários.

A partir da análise sinótica dos dias da observação termo-higrométrica foi feita uma identificação dos sistemas atmosféricos atuantes, com base nas informações contidas em cartas sinóticas de superfície, imagens de satélite Goes e dados do Boletim Técnico do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), consultados para auxiliar na aquisição de dados complementares na realização da pesquisa.

A setorização baseou-se na classificação do uso e ocupação do solo urbano utilizados por Lombardo (1985), Pitton (1997), Amorim (2000), Stewart e Oke (2009) e Ortiz (2012) que destacam as diferentes formas de ocupação das cidades, como descrita em Ortiz (2015, p. 27), que para definir as classes, foram levadas em consideração as características urbanas de Ituiutaba.



Já no terceiro momento da pesquisa, norteado pelo roteiro de Mendonça (2003), procedeu-se à instalação das estações nos pontos selecionados e observação dos dados termo-higrométricos.

A observação foi realizada em três dias distintos, com registros nas 24 horas, dois dias no inverno (um em julho, dia 29 e outro em agosto, dia 30) e outro dia na primavera (outubro, dia 28), sendo instalados cinco pontos fixos na malha urbana de Ituiutaba.

Os pontos fixos foram instalados em residências (Figura 1) com termo-higrômetros digitais, do tipo DATA/LOGGER, marca HOBO, previamente aferidos pelo programa disponibilizado pelo fabricante e dispostos em locais sem contato direto com o sol, chuva ou vento, fixos por meio de cordões a uma altura de 1,5 metros do solo e sob nenhuma influência de fontes de aquecimento ou resfriamento que pudessem alterar os valores de temperatura e umidade adquiridas.

Figura 1 – Ituiutaba (MG) Mosaico de fotos com as estações instaladas



Fonte: SILVA, S.A. (2018)



Em seguida, na quarta e última fase da proposta metodológica de Mendonça (2003), após a análise das configurações do clima urbano estudado, buscou-se sintetizar separadamente as características geográficas do sítio urbano e as características climáticas regionais e locais em um quadro-síntese, pois segundo Mendonça (2003), as sínteses permitem a posterior correlação entre todos os elementos formadores do clima em estudo e, dessa forma, estabelecer a relevância de cada um na configuração do clima urbano, pensar sobre a formulação de medidas que visem ao equacionamento ou minimização dos problemas relacionados ao clima urbano, na perspectiva do desenvolvimento e planejamento da cidade.

3. A escolha dos dias de coleta dos dados em campo

A escolha dos meses de Julho, Agosto e Outubro se justifica em virtude da característica climática encontrada nesses meses em Ituiutaba, fundamentada nos estudos de Mendes e Queiroz (2011) e Costa e Queiroz (2012), que influenciaram na escolha do mês de julho, agosto e outubro, respectivamente com menor média da temperatura mínima, menor média da umidade relativa do ar e maior média de temperatura máxima que, reiteramos, as médias foram usadas apenas para a escolha dos meses a serem investigados.

133

4. Caracterização dos aspectos urbanos e definição dos pontos de observação

A fim de comparação de dados foi elaborado mapas de temperatura de superfície, colhidos os dados da estação automática de Ituiutaba, fornecidos pelo INMET e instaladas cinco estações termo-higrométricas em pontos fixos na malha urbana para observação da temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Os pontos escolhidos basearam-se apenas em cinco (Figura 2) dos oito constantes na classificação descrita por Ortiz (2015), visto que pelo tamanho e condição socioeconômica da cidade, alguns setores mencionados nessa classificação não encontram características bem definidas em Ituiutaba.

Classe 1 – Estação 2: Área densamente construída e com vegetação arbórea esparsa

Localização: 18°57'42.68"S / 49°27'42.07"O.



Geralmente, as áreas pertencentes a essa classe de uso estão localizadas nos centros urbanos, com alta densidade construtiva. Algumas das edificações contêm mais de um pavimento, a presença de vegetação se dá em poucos espaços e muitas vezes se concentra em praças ou áreas verdes. O comércio se destaca nessa área e é responsável pela maior movimentação antrópica das urbes (Figura 3).

Figura 2- Ituiutaba (MG) - Setorização dos pontos fixos de observação, 2018



Fonte da imagem: Google Earth (2018)

134

Figura 3 – Ituiutaba (MG) – Estação 2



Fonte: Imagem Google Earth (2018).



Em Ituiutaba, a classe 1 (área densamente construída e com vegetação arbórea esparsa) escolhida se localiza no centro da cidade. Trata-se de uma área de grande concentração de edificações onde se localiza a área de comércio e serviços. Além disso, essa área possui relevo plano, denso fluxo de veículos, solo predominantemente impermeável e tipos de edificações diversificadas.

Classe 3 – Estação 3: Área de alto padrão construtivo, com vegetação arbórea, terrenos grandes e áreas verdes (Figura 4).

Localização: 18°58'04.01"S / 49°28'17.43"O

Figura 4- Ituiutaba (MG) – Estação 3



Fonte: Imagem Google Earth (2018).

Nessa classe de uso, as edificações são, em sua maioria, de alto padrão construtivo sugerindo que residências são de população dotada de melhores condições financeiras. Os terrenos são grandes, com vegetação rasteira e arbórea. Nesse tipo de classe de uso, a presença de áreas verdes é notável. A classe 3 (área de alto padrão construtivo, com vegetação arbórea, terrenos grandes e áreas verdes) escolhida se encontra a noroeste do centro da cidade e é dotada de residências de alto padrão construtivo, onde vivem pessoas da classe média alta e alta, possui ruas mais largas e totalmente asfaltadas, médio fluxo de



veículos e proximidade a área verde, margens de córregos e média densidade de edificações, uma vez que as mesmas se encontram espaçadas uma das outras.

Classe 5 – Estação 5: Área com construção e vegetação arbórea esparsa Localização:
18°59'16.78"S / 49°29'32.04"O

A classe de uso em questão tem por característica baixa densidade construtiva, sendo áreas urbanas ainda em crescimento. A densidade de cobertura vegetal arbórea é esparsa, pois normalmente ocorre a retirada da vegetação original para se fazer o loteamento. Ao longo dos anos, há plantio de algumas espécies arbóreas, muitas vezes, para cumprir função estética.

A Estação 5 (área com construção e vegetação arbórea esparsa) está localizada em um bairro a sudoeste do centro de Ituiutaba e possui terrenos ainda sem edificação, solo impermeável nas ruas, baixo fluxo de veículos e também está na borda do perímetro urbano (Figura 5).

Figura 5 - Ituiutaba (MG) – Estação 5



Fonte: Imagem Google Earth (2018).

Classe 7 – Estação 4: Área de expansão urbana

Localização: 19°00'58.59"S / 49°27'09.52"O

As áreas compostas por essa classe de uso têm por característica baixa densidade construtiva e de vegetação arbórea, uma vez que a vegetação original foi retirada para se



implementar os loteamentos. A estação 4 (área de expansão urbana), também localizada nas partes limítrofes do perímetro urbano, ao sul da cidade, se caracteriza pela presença de casas pequenas e pouca vegetação arbórea. Foi escolhida uma área composta por conjunto habitacional, que atende as características da classificação utilizada para a escolha dos pontos (Figura 6).

Figura 6 - Ituiutaba (MG) – Estação 4



Fonte: Imagem Google Earth (2018)

137

Classe 8 – Estação 1: Áreas verdes e praças

Localização: 18°58'39.07"S / 49°27'32.19"O

As áreas verdes e praças são os principais elementos urbanos que são capazes de melhorar a qualidade ambiental das cidades (Figura 7).

Estas se distribuem ao longo do sítio urbano e são compostas por baixa densidade construtiva, alta densidade de vegetação arbórea e gramíneas.

A estação 1 (áreas verdes e praças) é uma classe extremamente importante para a melhoria da qualidade ambiental urbana e em Ituiutaba estão espalhadas no ambiente urbano, tanto na área central como periférica e são tanto de uso particular como de uso público controlado. Para essa classe foi escolhida uma residência num bairro que faz limite com uma grande área com cobertura vegetal de uso particular, mas localizada em bairro próximo ao centro.



Figura 7 - Ituiutaba (MG) – Estação 1



Fonte: Imagem Google Earth (2018).

5. Resultados e discussão

138

5.1. Caracterização geocológica

Conforme demonstrado no quadro síntese esse estudo pautou-se em análises de dados termo-higrométricos diários revelados por estações climáticas estrategicamente instaladas, além dos dados da estação automática da cidade, também os mapas da temperatura da superfície termal dos meses de observação, identificação do clima regional atuante nos dias das observações, entrelaçados com estudos de mapas de aspectos físicos e de características de uso e ocupação do solo. Consequentemente, com o quadro-síntese foi possível efetuar algumas análises das variáveis encontradas em cada ponto a título de comparação e também a fim de evidenciar o caráter sistêmico que essa pesquisa se propôs.

Assim sendo, os resultados encontrados serão discutidos a seguir:

Em termos climáticos, a altitude relacionada à continentalidade configura-se como os principais responsáveis pelos registros de médias térmicas mais elevadas em relação aos municípios que se encontram a Leste e sob a ação do mesmo sistema atmosférico.

Segundo o mapa de altitude, Ituiutaba não se encontra em uma área de elevadas altitudes em relação ao nível do mar. A diferença entre os pontos mais baixos da cidade e os



mais elevados varia entre 471 a 703 metros. Dos pontos pesquisados, as estações 4 e 5 são os de maiores altitudes e os pontos 1 e 3 nas regiões de menores altitudes.

Sobre o mapa de declividade, nota-se que a maior porção da cidade se encontra em áreas planas ou pouco onduladas e as maiores declividades se encontram em áreas próximas aos cursos d'água, indo de 25° a 50° na inclinação do terreno. O centro da cidade onde se encontra a estação 2 se encaixa em uma área com leve ondulação (0° a 2°) e o ponto localizado no terreno de maior declividade é a estação 1 com 10° a 20° de inclinação.

Na latitude de Ituiutaba, o conhecimento da exposição da vertente é extremamente importante para a análise do clima urbano, uma vez que a mesma influencia na absorção, sombreamento e distribuição da energia solar.

Para Mendonça (1995, p. 50) “no caso do Hemisfério Sul, as faces de vertentes posicionadas à norte, noroeste, nordeste, oeste e leste recebem mais energia calorífico-luminosa do que aquelas voltadas a outras direções”, portanto, essas apresentam temperaturas mais elevadas enquanto que as exposições voltadas para o sul, sudeste e sudoeste, apresentam temperaturas menores. Conforme o mapa de exposição de vertentes, as estações 1 e 5 tem faces voltadas para a direção sul/sudeste e as estações 2 e 3 para a direção Norte/Nordeste e a estação 4 para o Leste.

139

Em relação à drenagem, é possível observar a presença de corpos hídricos com trajeto urbano, representado pelos córregos do Carmo, Córrego Pirapitinga e Córrego São José. O Córrego São José possui canalização fechada em sua porção mais central da área urbana, os demais permanecem sem qualquer tipo de canalização.

Em proximidade a rios urbanos, as temperaturas tendem a ser mais amenas, pois a água é capaz de estabilizar a temperatura através da intensificação do fluxo de calor latente. Do mesmo modo, a umidade relativa do ar nessas proximidades, atrelada a presença de mata ciliar, favorece o conforto térmico. Deve-se investir em preservação de rios urbanos e de sua mata ciliar, para assim reduzir a vulnerabilidade ao desconforto térmico das áreas urbanas.

O córrego São José possui nenhuma ou quase nenhuma mata ciliar. Os demais córregos por estarem canalizados se encontram com mata ciliar presente. O fluxo desses cursos d'água tem orientação de sua vertente voltada para o Norte.

Ainda sobre a proximidade aos cursos d'água, o posicionamento do ponto de observação em relação às vertentes juntamente com a orientação da exposição configuram condições importantes, pois o tempo de sombreamento ou exposição à radiação solar é um determinante na oscilação da temperatura.



As estações 1 e 3 estão localizadas no terço inferior da vertente, as estações, as estações 2 e 5 no topo da vertente e a estação 4 no terço médio da vertente, condições importantes quanto ao tempo de sombreamento ou exposição à radiação solar, determinante na oscilação da temperatura.

Em relação à cobertura vegetal, sua manutenção nas cidades induz a formação de um clima urbano mais ameno (MASCARÓ, 1990; AMORIM, 2010; GARTLAND, 2010). Sabe-se que as árvores colaboram para a absorção dos gases causadores do efeito estufa. Elas contribuem para o baixo desconforto térmico em relação a altas temperaturas, pois além de absorverem CO², suas copas fazem sombras capazes de amenizar a temperatura. A ausência de vegetação atrelada a alterações na paisagem natural, pela concentração de edificações, pela verticalização (particularmente nas cidades médias e grandes), pelas características dos materiais construtivos utilizados, pelo aumento da circulação de veículos e pessoas, pelas mudanças no relevo decorrentes de aterros, canalizações de rios e córregos e pelo lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera, trazem consigo mudanças no clima local e, por consequência, revela diferentes sensações térmicas, que podem prejudicar o conforto térmico da população cidadina.

140

A elaboração do mapa de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) de Ituiutaba permitiu retratar os ambientes com maiores índices vegetativos e com maior capacidade de apresentar uma condição térmica-higrométrica mais agradável ao conforto dos cidadãos, podendo-se concluir que além do contribuir para melhoria da qualidade do ar, uma das funções mais importantes da cobertura vegetal para o clima urbano é o sombreamento.

O NDVI resulta num valor final entre -1 e 1. Quanto mais próximo de 1, maior é a atividade vegetativa no local representado pelo pixel. Valores negativos ou próximos de 0 indicam áreas de água, edificações, solo exposto, enfim, onde há pouca ou nenhuma atividade clorofiliana.

Conforme registrado nos mapas de NDVI de julho e de agosto, exatamente no ponto de observação da estação 4, o NDVI acusou -1, devido a retirada total da vegetação para a construção do conjunto habitacional. No entanto, o setor sul da cidade apresenta maior presença de áreas verdes nas suas proximidades, fato esse que pode ser relacionado à presença de muitas cabeceiras de nascentes e muitas áreas de expansão urbana ainda com cobertura vegetal. Temos próximo a esse ponto de observação, o Parque do Goiabal, a maior



área verde pública da cidade, novos bairros sendo formados com muito terrenos sendo comercializados e sem, portanto, edificações, algumas fazendas e a Serra do Corpo Seco.

Os pontos de observação 1 e 3 apresentaram maior proximidade com áreas verdes e cursos d'água. A estação 1 está muito próxima a uma área verde pertencente a uma propriedade privada dentro dos limites urbanos, possui ruas arborizadas e com canteiros centrais arborizados.

O NDVI registrado nesse ponto estava entre 0 e 1, o qual consideraremos alto. A estação 3 está localizada próxima a uma área com cobertura vegetal em uma propriedade privada e próxima á margem do córrego Pirapitinga, o qual ainda se encontra com alguma mata ciliar. O NDVI registrado nesse ponto estava entre 0 e 1, o qual consideraremos alto.

O ponto de observação 5 se encontra na proximidade de uma área verde e pouca concentração de vegetação no bairro que sofreu um processo de desmatamento para que ocorresse expansão urbana e comercialização dos terrenos, quase não se observa indivíduos arbóreos e os terrenos com cobertura vegetal rasteira que logo serão trocadas por materiais construtivos.

O bairro Centro onde foi instalado o ponto de observação 2, praticamente inexistem áreas com cobertura vegetal, onde o que se observou foi uma configuração com materiais construtivos diversos, muito solo impermeável e poucos indivíduos arbóreos nas calçadas.

Nessa localidade é evidente que o processo de urbanização não preservou as áreas com coberturas vegetais que originalmente existiam e nem privilegiou planejamentos urbanos que abordassem a manutenção de espaços destinados à construção de praças e parques.

Com isso o mapa de NDVI nos mostra um índice entre zero e -1, perfazendo um NDVI baixo.

No dia 27 de outubro de 2018, em virtude do tipo de tempo, uma presença significativa de nuvens dificultou o imageamento pelo satélite LANDSAT 8, não sendo possível a elaboração do mapa de NDVI para esse dia de observação termo-higrométrica.



5.2. Caracterização espacial do clima urbano

29 de julho de 2018

Conforme as imagens de satélite e análises sinóticas disponíveis no sítio do CPTEC/INPE em Ituiutaba, no dia 29 de julho, houve prevalência do sistema tropical Atlântico, que no município apresentou-se com tempo estável, ausência de nebulosidade, ventos fracos, segundo a escala da força dos ventos de Beaufort e vindos do leste.

O mapa de temperatura de superfície apresenta uma diferenciação de cor relacionada ao grau de emissividade que, por sua vez, depende dos diferentes tipos de cobertura da cidade que podem absorver ou refletir em menor ou maior grau a radiação solar, influenciando diretamente na temperatura do ar.

Dessa forma, se a refletividade aumentar a emissividade tende a diminuir. Um exemplo são os objetos de cor escura que tendem a absorver e emitir mais a energia incidente do que os objetos de cor clara que absorvem menos e tendem a refletir mais a radiação solar incidida. A sobreposição do mapa de temperatura de superfície com as informações do sítio urbano observadas em campo auxiliam no diagnóstico do clima urbano. Mendonça (2003, p. 99) diz que “o conhecimento detalhado dos diferentes ambientes climáticos intraurbanos” identificam os fatores responsáveis pela formação, dinâmica e diferenciação dos mesmos.

No dia 29 de julho, os registros detectados pela estação automática de Ituiutaba, apresentaram um comportamento termodinâmico espacializado uniformemente pela malha urbana, devendo-se a isso o fato de toda a observação ser feita apenas por uma estação que cobre toda a área de estudo. Esse resultado é generalizado e evidencia a importância de estudos individualizados em áreas com características homogêneas, pois quando se compara os dados obtidos na estação automática com o mapa de temperatura de superfície observa-se que houve uma diferença térmica atuando em diferentes setores da cidade nesse último, o que levou-nos a crer que a heterogeneidade nas formas de uso e ocupação da cidade em conjunção com as características geológicas dos pontos das miniestações são fatores influenciadores e modificadores da temperatura.

O mapa de superfície termal de Ituiutaba com dados registrados em Julho de 2018 apresentou uma variação térmica espacial que foi de 20,3°C a 31,9°C de um ambiente a outro, dados que sugerem a existência de ilhas de calor em determinados locais que podem ser constatados pelas diferenças de cor na imagem.



Segundo o mapa de temperatura de superfície a estação 1 apresentou a temperatura mais amena, ficando as demais dentro da variação e tendo a estação 3 ligeiramente mais quente. A observação da imagem deixou clara a formação de ilhas de calor na porção sudeste e noroeste da cidade, na qual a termografia evidenciou uma variação de cerca de $11,6^{\circ}\text{C}$ em relação aos pontos com temperatura mais amena. Ainda sobre a malha urbana pode ser observada a formação de ilhas de frescor a sudeste e sul na cidade, locais ainda de pouca densidade construtiva e aglomeração humana e na qual a temperatura apresenta-se, em geral, inferior às circunvizinhas.

Essas ilhas de frescor coincidem com a localização de extensas áreas de cobertura vegetal, margens de leitos de córregos e as áreas ainda não habitadas ou não construídas da malha urbana de Ituiutaba, como pode ser comprovado no mapa de NDVI. Outras áreas com temperatura de superfície baixa são os próprios leitos de córregos e rios que cortam a cidade.

De posse dos dados das estações instaladas nos pontos, foram confeccionadas as pranchas de isotermas e isoígras e a relação entre elas, no dia 29 de julho de 2018 às 09h00min, destaca que a diferença térmica encontrada entre os pontos foi $5,1^{\circ}\text{C}$, sendo que a estação 5 com $24,6^{\circ}\text{C}$ registrou a temperatura mais alta e a estação 1 com $19,5^{\circ}\text{C}$ registrou a temperatura mais baixa. Nesse mesmo horário, a umidade relativa do ar relativa encontrada variou de 45% na estação 5 a 61,2% na estação 1, dando uma diferença de 15,2% entre esses dois pontos. É importante salientar, nessa análise, que a estação 1 apresentou nesse horário a menor temperatura e maior umidade, suas características geológicas apontam que a mesma se encontra no terço inferior da vertente com exposição voltada para o sul/sudeste o que favorece um sombreamento mais demorado nesse período da manhã, encontra-se próxima a uma área verde (NDVI alto), conferindo-lhe mais umidade relativa do ar. Esse conjunto de características permite a esse local uma elevação da temperatura tardia em relação às outras estações.

Às 15h00min as estações registram uma variação térmica de $6,4^{\circ}\text{C}$ sendo a estação 5 com a temperatura mais alta ($36,5^{\circ}\text{C}$) e a estação 2 com a temperatura mais baixa ($30,1^{\circ}\text{C}$). No mesmo horário as estações registraram uma variação higrométrica de 7,5% sendo a estação 2 a maior umidade relativa do ar (32,1%) e a estação 5 com menor umidade relativa do ar (24,6%). Nesse horário, é possível inferir que as características próprias de cada ponto analisado puderam proporcionar diferenças térmicas e higrométricas significativas. Por exemplo, na estação 5 que apresentou temperatura mais alta, provavelmente, os fatores que mais influíram nesse resultado foram a franca ausência de adensamento de componentes



arbóreos, solo pouco permeável e incidência solar mais direta, visto que este ponto está situado no topo de uma vertente. Conseqüentemente, essa configuração da cobertura vegetal (baixo NDVI) esparsa contribuiu para que, juntamente com o aumento da temperatura, diminuísse a umidade relativa do ar.

No horário das 21h00min pode-se observar que houve uma variação térmica de 3,1°C, sendo que a estação 4 com a maior temperatura (25,1°C) e a estação 1 com a menor temperatura (22,0°C) registrada nesse primeiro dia de coleta. Embora fosse de se esperar que a estação 2, localizada no centro da cidade, apresentasse a temperatura mais alta para esse horário, visto que a mesma tenha acumulado efeitos da absorção da radiação solar durante o dia, em função do adensamento de material construtivo e impermeabilização do solo, juntamente com alto fluxo de veículos, a mesma apresentou a terceira temperatura mais alta (24, 3°). Essa constatação sugere que a configuração de fatores geocológicos e geourbanos da estação 4 foram preponderantes para que a mesma apresentasse a temperatura mais alta nesse horário. Foram eles: baixo NDVI e impermeabilização do solo e localização no terço médio da vertente. Quanto aos registros de umidade relativa do ar nesse horário houve uma variação higrométrica de 10,3% entre os pontos, de modo que o ponto com menor umidade relativa do ar foi encontrada na estação 4 (42,5%) e o com maior umidade relativa do ar na estação 1 (52,8%).

144

As estações 4 e 5, pontos mais periféricos da malha urbana, apresentam-se como os de maiores temperaturas no horário das 15h que são áreas de conjuntos habitacionais e baixo padrão construtivo, respectivamente, e o ponto 1, próximo a uma grande área de cobertura vegetal, apresentando as menores temperaturas que as demais áreas no horário das 09h e das 15h. A umidade relativa do ar se deu de forma inversamente proporcional ao registro das temperaturas. Nas estações com temperatura mais alta encontramos a umidade relativa do ar mais baixa.

29 de agosto de 2018

Na análise da carta sinótica de superfície da 00 UTC do dia 29/08 notou-se a atuação de um sistema tropical atlântico com apresentação de tempo estável, pouca nebulosidade, ventos de fracos a moderados e vindos do leste.

No dia 29 de agosto a estação convencional de Ituiutaba registrou uma temperatura máxima de 32,3°C às 15h00min e umidade relativa do ar de 29%. Como comentado, o mês



de agosto tem apresentado baixa umidade relativa do ar em virtude da estiagem nos meses anteriores.

Todavia, em observância aos dados completos da estação convencional é possível constatar também que a amplitude térmica diária detectada na estação é considerada alta.

Em comparação com a temperatura do ar da estação convencional, o mapa de temperatura de superfície também apresenta uma configuração termodinâmica com uma diferença térmica em média de 14,09°C entre os ambientes urbanos.

Essas diferenças demonstram com clareza a influência das características físicas, biológicas e sociais de cada área.

Nos pontos observação do dia 29 de agosto de 2018 às 09h00min destaca-se que a diferença térmica encontrada entre os pontos foi 2°C, sendo que a estação 2 com 24,5°C foi a que registrou temperatura mais alta, provavelmente, ainda sob reflexo da absorção do calor do dia anterior nos materiais construtivos e no asfalto e a estação 1 com 22,5°C com temperatura mais baixa.

Nesse mesmo horário, a umidade relativa do ar encontrada variou de 62,7% na estação 1 a 55,1% na estação 2, dando uma diferença higrométrica de 7,6% entre esses dois pontos. Como já citado anteriormente, a estação 1 está localizada próxima a uma área verde e está no terço inferior de uma vertente, o que lhe confere condições para que a temperatura suba mais lentamente, em relação às outras estações e a umidade permaneça mais alta por mais tempo. Já a estação 2, localizada no centro da cidade apresenta a umidade relativa do ar mais baixa, pois, além de suas características geológicas e geourbanas favorecem a esse quadro, o mês de agosto é o mês mais seco e a pouca vegetação que poderia trazer um aumento da umidade, praticamente inexistente nesse ponto.

Às 15h00min as estações registram uma variação térmica de 6,9°C, sendo a estação 1 com a temperatura mais alta (34,6°C) e a estação 2 com a temperatura mais baixa (26,6°C). No mesmo horário as estações registraram uma variação higrométrica de 5,8% sendo que a estação 2 com a maior umidade relativa do ar (35,5%) e a estação 4 com menor umidade relativa do ar (29,7%).

No horário das 21h00min, observa-se que houve uma variação térmica de 2,6°C, sendo que a estação 3 e 4 com as maiores temperaturas (27,3°C) e a estação 5 com a menor temperatura (24,7°C) registrada nesse segundo dia de coleta.

Quanto aos registros de umidade relativa do ar nesse horário houve uma variação higrométrica de 10,7% entre os pontos, de modo que o ponto com menor umidade relativa



do ar foram encontradas nas estações 1, 3 e 4 (38,3%) e o com maior umidade relativa do ar, na estação 5 (49,0%).

As cartas de isotermas e isoígras do dia 29 de agosto demonstraram que o centro da cidade (estação 2) se encontrou como a região com maior temperatura no período das 9h00min e às 15h00min a estação 5, ponto localizado em periferia da malha urbana, apresentou a temperatura mais alta e a estação 3 como ponto mais fresco. Às 21h00min como mostrou a carta de isoterma, as temperaturas variaram entre 2,5°C entre os pontos. A umidade relativa do ar se deu de forma inversamente proporcional ao registro das temperaturas. Nas miniestações com temperatura mais alta encontrou-se a umidade relativa do ar mais baixa.

É importante relatar que o mês de agosto figura como um mês com umidade relativa do ar mais baixa como ressalta o estudo de Costa e Queiroz (2012). De posse dos dados encontrados nas estações, notou-se uma média de umidade relativa do ar mais baixa, situação ocasionada pela estiagem nos meses anteriores. Nesse dia de coleta não houve precipitação.

27 de outubro de 2018

146

Na análise da carta sinótica de superfície da 00Z do dia 27/10, observou-se a formação de uma frente fria e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) desde o Pacífico ao Atlântico, o que deixou o tempo instável, com formação de muitas nuvens e precipitação na região do município e com rajadas de vento fortes.

Na prancha de isotermas e isoígras da coleta do dia 27 de outubro de 2018 às 09h00min destaca que a diferença térmica encontrada entre os pontos foi de apenas 1,0°C, sendo a estação 3 com 24,5°C a mais alta e a estação 4 com 23,5°C a mais baixa.

Nesse mesmo horário, a umidade relativa do ar encontrada variou de 90,4% na estação 5 a 83,4% na estação 3, dando uma diferença higrométrica de 7,0% entre esses dois pontos.

Às 15h00min as estações registraram uma variação térmica de 2,3°C sendo a estação 5 com a temperatura mais alta (31,0°C) e a estação 4 com a temperatura mais baixa (28,7°C).

No mesmo horário as estações registraram uma variação higrométrica de 8,8%, sendo que a estação 4 com a maior umidade relativa do ar (62,8%) e a estação 3 com menor umidade relativa do ar (54,0%).



No horário das 21h00min, pode-se observar que houve uma variação térmica de apenas 0,9°C sendo que as estações 2 e 3 com as maiores temperaturas (26,1°C) e a estação 4 com a menor temperatura (25,2°C) registrada nesse terceiro dia de observação.

Quanto aos registros de umidade relativa do ar nesse horário houve uma variação higrométrica de 7,7% entre os pontos de modo que o ponto com menor umidade relativa do ar foi encontrado na estação 2 (72,4%) e o com maior umidade relativa do ar na estação 4 (80,1%).

As cartas de isotermas e isoigras do dia 27 de outubro de 2018 demonstraram que a estação 3 se encontra como a região com maior temperatura no período das 9h00min e das 15h00min as miniestações 1, 3 e 5 são os pontos mais quentes e a estação 5 como ponto mais fresco. Às 21h00min, como mostra a carta de isoterma, as temperaturas variam 0,9°C entre os pontos. A umidade relativa do ar se deu de forma praticamente uniforme entre os pontos estudados, encontrando-se em porcentagem alta, ficando o ponto do centro da cidade um pouco menos úmido.

Concluindo a análise dos resultados, pode-se dizer que a composição do ambiente urbano, diferenciado pelos aspectos físicos e urbanos dos pontos de coleta, assim como a localização, foi fator preponderante na definição de seu padrão climático urbano individualizado.

A elaboração do quadro síntese (quadro 1) foi de suma importância para a descrição e análise proposta.



Quadro 1 – Ituiutaba (MG) - Síntese dos aspectos geocológicos, geourbanos e de temperatura do ar das estações fixas, 2018.

	ASPECTOS GEOECOLÓGICOS					ASPECTOS GEOURBANOS	TEMPERATURA (C)			UMIDADE RELATIVA DO AR (%)			
	HIPSO-METRIA (metros)	DECLIVIDADE	ORIENTAÇÃO DA VERTENTE	POSIÇÃO NA VERTENTE	N D V I		CARACTERÍSTICAS DO USO E OCUPAÇÃO	H O R A S	29/07	29/08	27/10	29/07	29/08
ESTAÇÃO 1	534 metros	10-25	Sul/ Sudoeste	Terço inferior	Alto	Área com baixa densidade construtiva, alta densidade de vegetação arbórea e gramíneas, próxima a praças e canteiros e áreas com cobertura vegetal.	09	19,5	22,5	24,0	61,2	62,7	87,0
							15	35,3	34,6	30,7	25,0	34,6	56,1
							21	22,0	27,1	25,4	52,8	38,3	79,8
ESTAÇÃO 2	584 metros	0-2	Norte/ Nordeste	Topo	Baixo	Área próxima a centro urbano, vegetação arbórea esparsa, alta densidade construtiva e de maior movimentação antrópica, solo totalmente impermeável	09	21,3	24,5	23,7	52	55,1	86
							15	30,1	26,6	30,0	32,1	35,5	57
							21	24,3	27,1	26,1	45,9	39,2	72,4
ESTAÇÃO 3	535 metros	5-10	Norte/ Nordeste	Terço inferior	Alto	Área com alto padrão construtivo, população com maior poder aquisitivo, terrenos grandes e próximos a áreas de cobertura vegetal. Solo pouco permeável	09	21,6	23,0	24,5	54,3	62,0	83,4
							15	31,3	27,0	30,7	30,0	33,5	54,0
							21	24,6	27,3	26,1	48,1	38,3	74,8
ESTAÇÃO 4	621 metros	2-5	Leste	Terço médio	Baixo	Área de baixa densidade construtiva e de vegetação arbórea, geralmente conjuntos habitacionais.	09	22,0	23,3	24,5	50,0	57,3	89,0
							15	32,0	28,9	28,7	30,0	29,7	62,8
							21	25,1	27,3	25,2	42,5	38,3	80,1
ESTAÇÃO 5	594 metros	2-5	Sul/ Sudoeste	Topo	Baixo	Área com baixa densidade construtiva, área urbana ainda em crescimento, área de cobertura vegetal esparsa, solo pouco permeável	09	24,6	23,6	23,7	45,0	58,7	90,4
							15	36,5	33,5	31,0	24,6	34,2	58,3
							21	23,8	24,7	25,3	50,0	49,0	79,4

Org.: SILVA. S. A. (2018).



6. Considerações finais

No tangenciamento da investigação termo-higrométrica da área urbana de Ituiutaba utilizando mapas de temperaturas termais de superfície, dados da estação automática e das estações fixas instaladas para observação da temperatura do ar, foram diagnosticadas diferenças intraurbanas significativas. Na investigação da composição geocológica e de uso e ocupação do solo encontrou-se características particularizadas a cada ponto observado que podem ser responsáveis pelas variações termo-higrométricas. O estudo do conjunto desses aspectos conferiu a essa pesquisa uma abordagem com caráter sistêmico.

As análises a partir dos pontos fixos apontaram que a cidade apesar do seu porte médio, também apresenta alterações em seu campo térmico e higrométrico, equivalente, a estudos em cidades de grande porte, como o de Lombardo (1985), Mendonça (1995) e Amorim (2000) e que o sistema climático urbano já sofre consequências ambientais provenientes do processo de expansão urbana e do uso e ocupação do solo inadequado em sua área urbana que podem ser ocasionados pela substituição das áreas verdes por concreto e impermeabilização do solo, face ao dinamismo das atividades econômicas e à especulação imobiliária.

Frente a isso, percebe-se a importância do planejamento urbano para mitigar os problemas ambientais e sociais presentes nas cidades, inclusive as de pequeno e médio porte, o que de certa forma torna mais exequível as ações. As ações podem ser simples e até complexas que vão desde aos cidadãos plantarem árvores em suas residências até ações mais complexas, como melhor seleção de materiais construtivos, que não absorvam tanto a radiação solar e que tenham menor albedo e a instalação de parques e corredores verdes em grandes avenidas.

7. Referências Bibliográficas

AMORIM, M.C. de C. T. **Climatologia e gestão do espaço urbano**. Revista Mercator. Fortaleza CE. 2010, p. 71 - 90. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/534/299>>. Acesso em: 05 jan 2019

COSTA, R. A., QUEIROZ, A. **Caracterização e variabilidade climática em séries de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação em Ituiutaba – MG**- Revista Caminhos da Geografia – 2012.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução: Sílvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 248 p.



MASCARÓ, L.R. **Luz, clima e arquitetura**. 3ª ed. São Paulo: Nobel, 1990.

MENDONÇA, F. de 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**. 1995. 381 p. Tese (Doutorado em Geografia) - USP-SP, São Paulo. 1995. Disponível em: <
<https://docs.google.com/file/d/0Bxpb4dPwCfbJbJhPSFUxOWZ4eE0/edit?usp=sharing>> Acesso em: 23 Jan 2018

MENDONÇA, F. de A. **O Estudo do Clima Urbano no Brasil: Evolução, tendências e alguns desafios**. In: MONTEIRO C. A. de F.; MENDONÇA, F. de A. In: Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MENDONÇA, F. de A. **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: UFPR, 2004. 328p.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181p. (Série Teses e Monografias, 1).

ORTIZ, G. F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã**. Tese: Presidente Prudente. 2015. 354p.

UGEDA JUNIOR, J.C.; AMORIM, M.C. de C. T. **Reflexões acerca do Sistema Clima Urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas**. IN: RDG – Revista do Departamento de Geografia, São Paulo: USP. 2016.

150

URBAN CLIMATE: ANALYSIS OF THE THERMO-HYGROMETRIC FIELD IN WINTER AND SPRING EPISODES IN ITUIUTABA-MG

Abstract: This work aimed to investigate the thermal and hygrometric variations of Ituiutaba - MG, in winter and spring episodes, in the year 2018 and its relation with elements of the urban landscape, by Monteiro's Urban Climate System Theory (1976). The study used the methodology of Monteiro (1976) and Mendonça (2004), composed of four stages: bibliographical review, geographic and geographic mapping (geoecological and geourban aspects), thermohygrometric data research and a synthesis table for the discussion of results. It was possible to infer that the thermo-hygrometric variations found were due to geoecological differences, such as altitude, slope, slope exposure, proximity to water streams and vegetation coverage, as well as the influence of geourban aspects.

Key-words: urban climate. Thermo-hygrometry. Ituiutaba-MG.

CLIMA URBANO: ANÁLISIS DEL CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO EN EPISODIOS DE INVIERNO Y PRIMAVERA EN ITUIUTABA-MG

Resumen: Este trabajo tuvo como objetivo investigar las variaciones térmica e higrométrica de Ituiutaba - MG, en episodios de invierno y primavera en el año 2018 y su relación con los elementos del paisaje urbano, por la Teoría del Sistema Clima Urbano (SCU) de Monteiro (1976). El estudio utilizó la metodología de Monteiro (1976) y Mendonça (2004), compuesta de cuatro pasos: revisión bibliográfica, relevamiento geográfico y cartográfico (aspectos geoecológicos y geourbanos), investigación de datos termohigrométricos y elaboración de un



cuadro de síntesis para la discusión de los resultados. Se pudo inferir que las variaciones termohigrométricas encontradas se debieron a diferencias geoecológicas, como altitud, pendiente, exposición de laderas, cercanía a cursos de agua y cobertura vegetal, así como a la influencia de aspectos geourban.

Palabras clave: clima urbano. Campo termo-higrométrico. Ituiutaba-MG.

SANDRA APARECIDA DA SILVA

Graduação (Licenciatura e Bacharelado) em Geografia pela Faculdade de Ciências Integradas do Pontal. Atualmente doutoranda do PPGEQ/IG da Universidade Federal de Uberlândia.

E-mail: sandesilva2201@gmail.com

Endereço postal: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Artes, Filosofia e Ciências Sociais, Instituto de Geografia. Av: João Naves de Ávila, Santa Mônica - 38400000 - Uberlândia, MG – Brasil

PAULO CEZAR MENDES

Possui graduação em Geografia, Mestrado e doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente é professor Associado II do Instituto de Geografia da UFU e editor da Revista Caminhos de Geografia. Tem experiência na área de Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Climatologia, Biogeografia e Geografia da Saúde.

E-mail: pcmendes@ig.ufu.br

Endereço Postal: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Artes, Filosofia e Ciências Sociais, Instituto de Geografia. Av: João Naves de Ávila, Santa Mônica - 38400000 - Uberlândia, MG – Brasil.
