



Artigo de Pesquisa,

ANÁLISE DA VARIAÇÃO TERMO HIGROMÉTRICA DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE COLÍDER POR TRANSECTO MÓVEL**Analysis of thermo-hygrometric variation in the urban area of the municipality of colíder through mobile transect**Rinaldo Marques Padilha¹, Iramaia Jorge Cabral de Paulo²

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Cuiabá, Brasil. E-mail. rinaldomarques@hotmail.com

 : <https://orcid.org/00007-0003-1262-9626>

² Universidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Cuiabá, Brasil. E-mail. iramaiaj@gmail.com

 : <https://orcid.org/0000-0002-2581-1681>

Recebido em 12/03/2024 e aceito em 12/07/2024

RESUMO:

Os estudos sobre climatologia urbana, que inicialmente ocorreram nos grandes centros, atualmente se expandem para as pequenas cidades. Entretanto, ainda se concentram em municípios próximos aos centros de pesquisa, deixando uma lacuna de informações no interior dos estados. O objetivo deste artigo foi diagnosticar a existência de ilhas de calor na área central do município de Colíder. Para a execução da pesquisa, foram coletadas informações de temperatura e umidade do ar em 10 pontos da cidade, por meio de transecto móvel no início das estações do verão, inverno e primavera. Os transectos ocorreram nos períodos matutino, vespertino e noturno. Nesse estudo, foram diagnosticadas ilhas de calor de intensidade fraca e moderada em todos os períodos nas áreas centrais do município e ilhas de calor de intensidade forte no período noturno no início do inverno. A pesquisa corrobora que, até mesmo em cidades de pequeno porte, são necessários estudos de planejamento urbano a fim de mitigar os problemas de conforto térmico.

Palavras chave: Ilhas de calor. Temperatura do ar. Clima urbano.

ABSTRACT: Studies on urban climatology, which initially took place in major urban centers, are now expanding to smaller towns. However, they still focus on municipalities near research centers, leaving a gap in information in the interior of states. The objective of this article was to diagnose the existence of heat islands in the central area of the municipality of Colíder. For the execution of the research, temperature and air humidity data were collected at 10 points in the city through a mobile transect at the beginning of the summer, winter, and spring seasons. The transects took place in the morning, afternoon, and evening periods. In this study, weak and moderate intensity heat islands were diagnosed in all periods in the central areas of the municipality, and strong intensity heat islands were

found in the evening period at the beginning of winter. The research corroborates that, even in small towns, urban planning studies are necessary to mitigate thermal comfort problems.

Keywords: Heat islands. Air temperature. Urban climate.

RESUMEN: Los estudios sobre climatología urbana, que inicialmente se realizaron en los grandes centros, actualmente se están expandiendo a las pequeñas ciudades. Sin embargo, todavía se concentran en municipios cercanos a los centros de investigación, dejando una brecha de información en el interior de los estados. El objetivo de este artículo fue diagnosticar la existencia de islas de calor en el área central del municipio de Colíder. Para la ejecución de la investigación, se recolectaron datos de temperatura y humedad del aire en 10 puntos de la ciudad, a través de un transecto móvil al inicio de las estaciones de verano, invierno y primavera. Los transectos se realizaron en los períodos matutino, vespertino y nocturno. En este estudio, se diagnosticaron islas de calor de intensidad débil y moderada en todos los períodos en las áreas centrales del municipio y islas de calor de intensidad fuerte en el período nocturno al inicio del invierno. La investigación corrobora que, incluso en ciudades pequeñas, son necesarios estudios de planificación urbana para mitigar los problemas de confort térmico.

Palabras clave: Islas de calor. Temperatura del aire. Clima urbano.

INTRODUÇÃO

As cidades vêm passando por transformações na forma de produção do espaço urbano, utilizando incessantemente o concreto armado, o asfalto e as estruturas metálicas. Quando o crescimento vertical no centro da cidade se torna inviável, a indústria da verticalização migra para as áreas mais afastadas do centro, mas sem que se perca a ligação com as construções antigas. O aumento por vezes descontrolado das áreas urbanas, acaba promovendo a diminuição de áreas verdes e consequentemente o aumento da impermeabilização do solo.

Esse crescimento urbano, que muitas vezes não é acompanhado de planejamento para minimizar os danos ambientais e o impacto na qualidade de vida dos munícipes, acaba por contribuir para o aumento da temperatura, redução da umidade relativa do ar e, consequentemente, a formação de ilhas de calor. Howard, no século XIX, apresentou pela primeira vez estudos que evidenciaram a diferença de temperatura entre o centro urbano e a zona rural de Londres (Alcoforado, 2010). Entretanto, os estudos sobre ilhas de calor passaram a ser sistemáticos a partir da segunda metade do século XX. Podemos destacar, entre outros autores, Chandler (1968 e 1976), Monteiro (1976), Böhm (1979) e Oke (1973, 1987 e 1995).

Durante o século XXI, vários pesquisadores desenvolveram estudos sobre o clima urbano, diagnosticando ilhas de calor em diversas cidades do mundo. Entre eles, citamos Monteiro e Mendonça (2003), Gartland (2010), Stewart e Oke (2012) e Amorim (2020). Em todas as pesquisas, além do diagnóstico, os autores propõem sugestões para a mitigação do aquecimento urbano e a diminuição do impacto na qualidade de vida das pessoas. Esse fenômeno tem sido estudado ao longo de várias décadas em grandes centros urbanos e, nos últimos anos, também passou a ser

pesquisado em cidades de pequeno e médio porte (Alves, 2017; Amorim, 2020; Aleixo et al., 2021). Essas cidades têm intensificado os estudos climáticos, e sua importância é justificada pelo fato de estarem em pleno desenvolvimento, podendo, num futuro próximo, crescer com planejamento urbano, a fim de evitar vários problemas, sobretudo em relação ao clima e ao conforto térmico.

A primeira pesquisa realizada sobre clima urbano em Mato Grosso foi desenvolvida por Maitelli et al. (1991), quando os autores identificaram a ocorrência de ilha de calor em Cuiabá. Posteriormente, Zamparoni e Lombardo (1995), constataram ilhas de calor em Barra do Bugres e Tangará da Serra, no interior do estado. Desde então, a maioria dos estudos sobre ilhas de calor estão concentrados na região metropolitana de Cuiabá, tendo como principal metodologia o uso de transectos móveis utilizando sensores acoplados em automóveis, como podem ser evidenciados nas pesquisas de Pinho (2003), Santos (2012, 2013), Neto e Amorim (2017), Paula et al. (2019), Lima et al. (2021), Chegury, Justi e Nogueira (2022) e Lima (2023).

No interior de Mato Grosso, as pesquisas sobre ilhas de calor estão concentradas majoritariamente no município de Sinop a partir dos estudos de Gheno, França e Maitelli (2012) que analisaram as variações microclimáticas na área urbana de Sinop/MT no final do período chuvoso, seguido pelas pesquisas de Zavitoski (2018), Araújo (2021) e Araújo et al. (2022). O diagnóstico de Ilhas de calor utilizando metodologia por transecto móveis, também foi desenvolvido na cidade de Sorriso por França (2014 e 2017).

De forma geral, as pesquisas sobre ilhas de calor em Mato Grosso foram realizadas em cidades de médio ou grande porte. Com exceção dos estudos de Zamparoni e Lombardo (1995), não há publicações sobre pesquisas em cidades de pequeno porte no estado. Essa lacuna de informações precisa ser preenchida para contribuir com o crescimento ordenado de cidades pequenas, especialmente no que diz respeito ao uso do solo em áreas urbanas.

O município de Colíder (MT) não possui uma estação meteorológica oficial, o que resulta na ausência de dados sobre temperatura, umidade do ar, pluviosidade e outros elementos climáticos. Essa falta de informações impede que a comunidade acadêmica realize pesquisas detalhadas sobre o clima local. Essa carência de dados justifica a necessidade da presente pesquisa sobre o clima urbano e o diagnóstico de ilhas de calor na área central da cidade.

Portanto, o objetivo deste artigo foi diagnosticar a existência de ilhas de calor na área central do município de Colíder e discutir a relação entre a ocupação e o uso do solo como fatores dominantes para o aumento da temperatura na zona urbana.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado na área urbana do município de Colíder, localizado a 630 km de Cuiabá na região Norte do Estado de Mato Grosso, apresentando uma altitude média de 310 metros (Figura 1). A área territorial do município corresponde a 3.112,091 km² (IBGE 2022), e seu perímetro urbano compreende pouco mais de 15 km². Sua população de acordo com o censo em 2022 é de 31.370 pessoas (IBGE 2022).

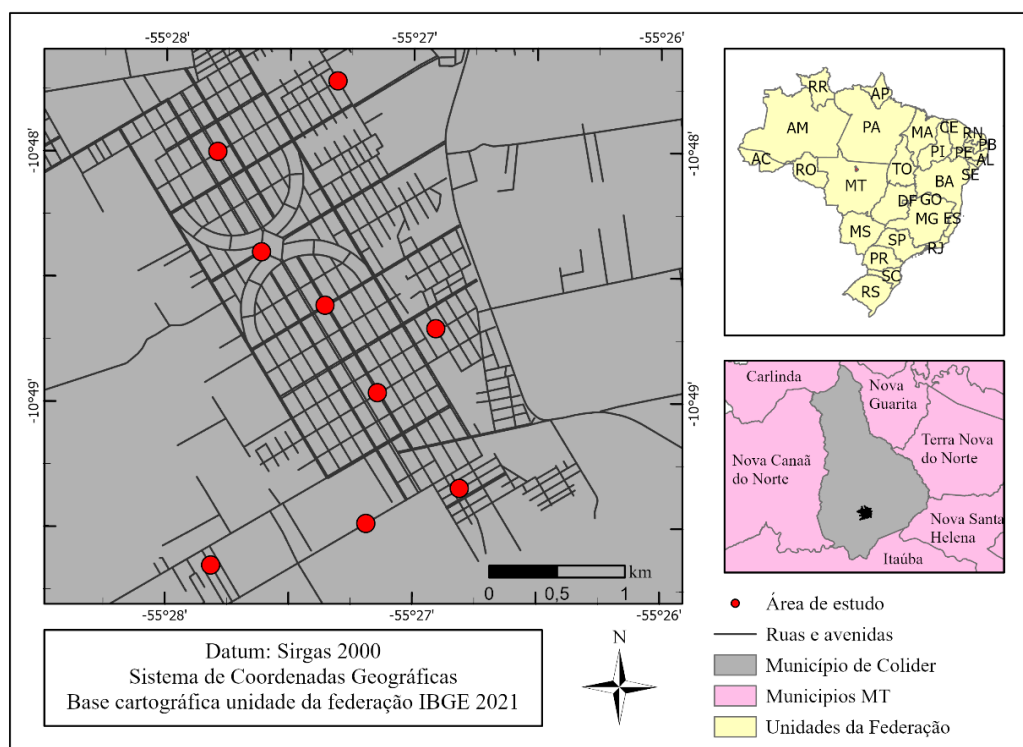


Figura 1 - Localização do município e área de estudo. **Fonte:** o autor, (2024).

O clima da região é o tropical continental semiúmido do tipo Am, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com quatro a cinco meses secos durante o ano. Segundo Padilha (2020), as temperaturas médias anuais oscilam entre 25°C e 26°C com máximas entre 36°C e 38°C, e médias pluviométricas em torno de 2.033 mm por ano. De acordo com Mendes (2009), Mato Grosso sofre a influência de três massas de ar: Massa Equatorial Continental (mEc), Massa Tropical Continental (mTc) e Massa Polar Atlântica (mPa).

A mEc, que atua praticamente o ano inteiro na área de estudo, origina-se na Amazônia, região com intensa evapotranspiração. Ela proporciona altas temperaturas, baixas pressões atmosféricas e forte evaporação, justificando a grande quantidade de precipitações na maior parte do ano (Mendes, 2009). A mTc, atuando com menor intensidade principalmente durante o inverno, contribui significativamente para as maiores temperaturas máximas registradas anualmente, acompanhadas de tempo seco. A mPa, esporadicamente ocorre nos meses de junho ou julho provocando o fenômeno da friagem ocasionando quedas de temperatura com duração de três ou quatro dias.

Assim como a maioria dos municípios do Brasil, Colíder é uma cidade de pequeno porte (Silva, 2022). Embora não tenha grandes indústrias, edifícios e circulação de ônibus e caminhões, a cidade possui uma área central com intensa ocupação urbana, resultado de construções de diversos ramos comerciais que, de forma geral ocupam todo o terreno (Figura 2). Em alguns casos na parte da frente tem uma construção comercial e nos fundos possui uma residência dos proprietários, com poucos quintais e muitas vezes esses quintais foram impermeabilizados com calçadas ou cobriram o solo com pedra brita.

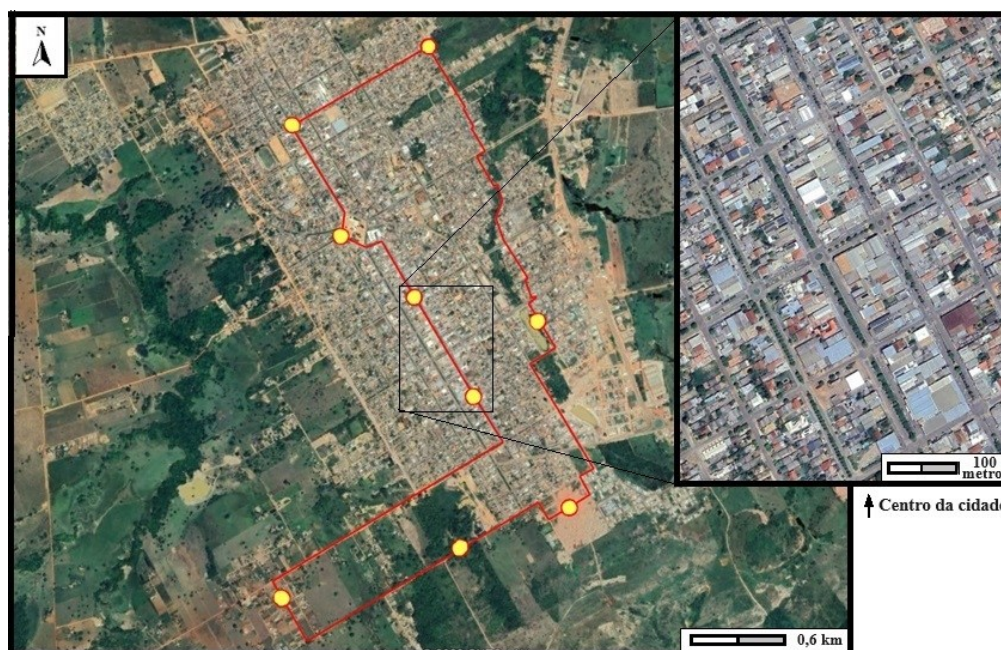


Figura 2. Trajeto do transecto com destaque para área urbana central do município.

Fonte: o autor (2024), adaptado do Google Earth Pro.

A densidade de construções na área urbana diminui proporcionalmente à medida que se afasta da área central em direção aos bairros mais distantes. Assim, os pontos de coleta de dados para análise estão distribuídos em um trajeto que começa na área central, onde há maior circulação de pessoas e veículos e maior densidade de construções urbanas. Os demais pontos passam pela avenida mais movimentada em direção às áreas residenciais da periferia urbana, áreas com solo exposto, lago, praça, e retornam ao ponto inicial no centro da cidade.

O trajeto foi escolhido devido aos diferentes tipos de ocupação e uso do solo presentes no município. Em cada ponto do trajeto, foi realizada uma classificação da cobertura do solo utilizando imagens de satélite de alta resolução disponibilizadas pelo software Google Earth Pro, analisando um raio de influência de 150 metros no entorno de cada ponto. Para a produção dos mapas da área de estudo, foi utilizado o software ArcGIS Pro na versão gratuita para avaliação. Para a produção do mapa de ilha de calor, foram utilizados os dados de temperatura apenas do transecto do dia 21/06/2023.

Para a classificação da cobertura e uso do solo, a área foi dividida em seis classes: água, gramínea, vegetação arbórea, vegetação arbórea + gramínea e solo exposto.

Para as áreas cujo solo está coberto por água, foram consideradas as áreas de lagos artificiais e piscinas. Na classe área construída, foi considerada toda a área com construções de cimento e concreto armado, asfaltos, calçadas e solo coberto propositalmente com pedras. Como gramínea, foram consideradas as áreas cobertas com grama de jardim e pastagem de capim, podendo estar intercaladas com pequenas vegetações rasteiras. Na classe vegetação arbórea, foram incluídas as áreas compostas por árvores nativas ou plantadas, sejam elas de reflorestamento ou pequenas vegetações rasteiras. Para a classe vegetação arbórea, foram consideradas as áreas compostas por árvores nativas, ou plantadas sejam elas de reflorestamento ou ornamentais. A classe vegetação arbórea + gramínea foi considerada como as áreas compostas por árvores esparsas, geralmente plantadas em canteiros de avenidas ou em quintais. No solo ao redor, há vegetação rasteira composta majoritariamente por grama de jardim. A classe de solo exposto inclui áreas que não apresentam construções nem qualquer tipo de vegetação.

Instrumentação e coleta de dados

Para a coleta de dados, foram utilizados instrumentos desenvolvidos pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental (PGFA) da Universidade Federal de Mato Grosso. O equipamento está dividido em duas partes: a primeira parte consiste em um *data logger*, composto por uma placa controladora *Raspberry Pi*, equipada com um cartão de memória que registrava os dados a cada minuto e um módulo de comunicação Wi-Fi, conectado via internet com o PGFA em Cuiabá (Figura 3). O *data logger* era alimentado por uma fonte de 5 V, que foi conectada ao veículo durante o trajeto.



Figura 3. Data logger. Fonte: o autor.

A segunda parte consiste em um sensor BME280 que pode medir a temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica. O BME280 é alimentado com 3,3V e tem uma faixa de operação para a temperatura entre - 40°C à 85°C, com uma precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$. A umidade relativa do ar pode ser medida em uma faixa entre 0% e 100%, com uma precisão de $\pm 3\%$. Para a pressão atmosférica ele pode medir entre 300 à 1100hPa com uma precisão de $\pm 1\text{hPa}$, no entanto, para essa pesquisa os dados de

pressão atmosférica não foram utilizados. O Sensor estava protegido em abrigo meteorológico, produzido em impressora 3D (Figura 4).

Para a calibração do sensor e validação dos dados, o conjunto de *data logger* e o BME280 com o abrigo meteorológico, foi instalado ao lado de uma estação meteorológica com sensor de umidade e temperatura HUMICAP® HMP155 da Vaisala, durante 30 dias, para que eles pudessem medir as mesmas variáveis e posteriormente gerar um coeficiente de calibração.

O abrigo meteorológico foi fixado na carroceria do veículo a uma altura de 2 metros do chão (Figura 5). Os sensores estavam conectados via cabo ao *data logger* que permaneceu dentro do veículo durante todo o trajeto.



Figura 4. Abrigo meteorológico
Fonte: o autor



Figura 5. Veículo equipado com sensores
Fonte: o autor

O veículo percorreu o trajeto em uma velocidade média de 30 km/h, nunca ultrapassando 40 km/h. Todo o percurso foi realizado dentro do período de uma hora. O transecto foi dividido em 10 pontos iniciando na área central de acordo com a ilustração (Figura 2), sendo o ponto 10 o mesmo local do ponto 1, porém com informações registradas uma hora depois do início do trajeto.

A Organização Mundial de Meteorologia recomenda que os registros de dados em pesquisas devem ocorrer às 00 h, 06h, 12 h e 18 h GMT (*Greenwich Meridian Time*), para que sejam feitas leituras simultâneas em toda a superfície do globo terrestre (Valin Jr; Santos, 2020). Como o município de Colíder está localizado no fuso horário - 4, as coletas de dados foram realizadas por meio de transecto móvel nos horários das 08h (12h GMT), 14h (18h GMT) e as 20h (00h GMT).

O monitoramento ocorreu em quatro dias específicos que contemplavam as quatro estações astronômicas do ano, de acordo com Santos (2013) e Chegury, Justi e Nogueira (2022), com o objetivo de analisar as similaridades entre as estações. Os transectos foram realizados no início de cada estação, iniciando no dia 21 de dezembro de 2022 (solstício de verão), 20 de março de 2023 (equinócio de outono), 21 de junho de 2023 (solstício de inverno) e 23 de setembro de 2023 (equinócio de primavera). De acordo com Oke (1982), os registros dos dados devem ocorrer em

condições atmosféricas ideais, ou seja, céu limpo e ventos fracos. Um dos dias escolhidos para os transectos (20/03/2023) apresentou precipitação atmosférica, permanecendo com céu encoberto por nuvens durante a maior parte do dia. Por conta disso, os dados dessa data foram excluídos da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analizando a ocupação do solo e relacionando com a temperatura e umidade relativa do ar em cada ponto, temos os seguintes dados. O ponto 1 é a área mais central da cidade, tendo o maior percentual de área construída totalizando 90,05% (Figura 6). Esse ponto resulta em prédios (a maioria de um pavimento) para uso comercial, mas também agrega construções para fins residenciais, geralmente nos fundos das lojas, onde grande parte dos proprietários lojista residem. É também a área onde predomina a maior circulação de pessoas e veículos, sendo esta a área com maior índice de impermeabilização do solo.

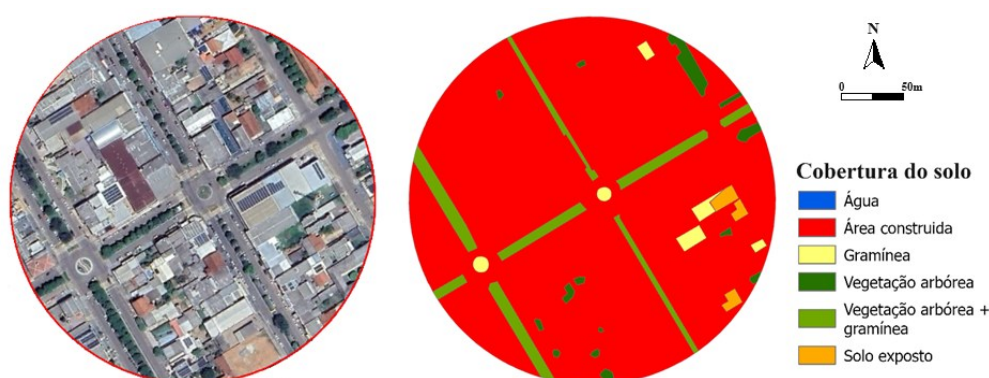


Figura 2. Ponto de análise 1. **Fonte imagem:** Google Earth Pro.
Fonte mapa uso solo: o autor (2023).

A temperatura média para o período da manhã, considerando o início da estação de verão, ficou em torno de 27,3°C, oscilando entre 23,3°C no dia 21 de dezembro de 2022 e 31°C no dia 23 de setembro de 2023 (Figura 7). Durante a tarde, a média foi de 33,2°C, variando entre 27,2°C e 38,1°C nas mesmas datas. Para o período da noite, a temperatura média foi de 26,5°C, oscilando entre 24,3°C no dia 21 de junho de 2023 e 30,6°C em 23 de setembro de 2023.

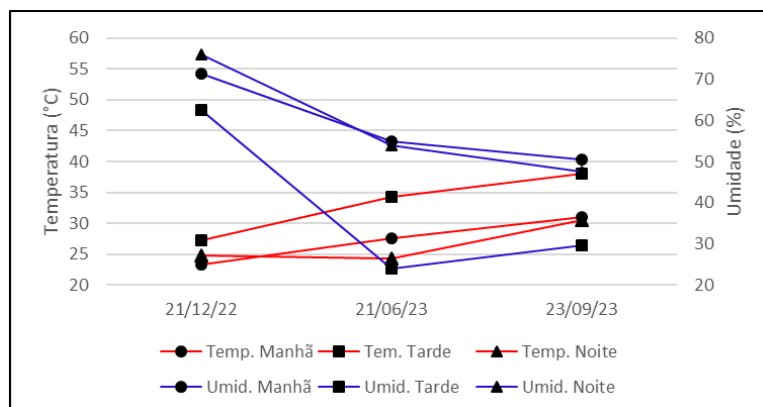


Figura 3. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 1. **Fonte:** o autor

Esse ponto registrou a maior média de temperatura durante o dia (manhã e tarde) durante o período da pesquisa. Jaiswal et al. (2023) justificam que, por se tratar de uma região mais densamente ocupada e com maior fluxo de veículos e pessoas, a temperatura tende a ser mais elevada nesses horários. A umidade relativa do ar para o ponto ficou em torno de 52%, sendo o dia 21 de dezembro o mais úmido, com média diária de 70%. Já o dia com menor umidade relativa do ar foi 23 de setembro, com média de 42,5%, com destaque para o horário das 14h, que registrou umidade inferior a 30%.

O ponto 2 encontra-se na área centro-sul da cidade, ao lado do estacionamento de um grande supermercado e de um posto de combustíveis. É uma área densamente construída (83,46%) (Figura 8), ocupada por edificações comerciais com prédios predominantemente de apenas um pavimento, além de residências com alta impermeabilização do solo. Esse ponto apresenta grande circulação de pessoas e veículos, e conta com poucas áreas verdes.

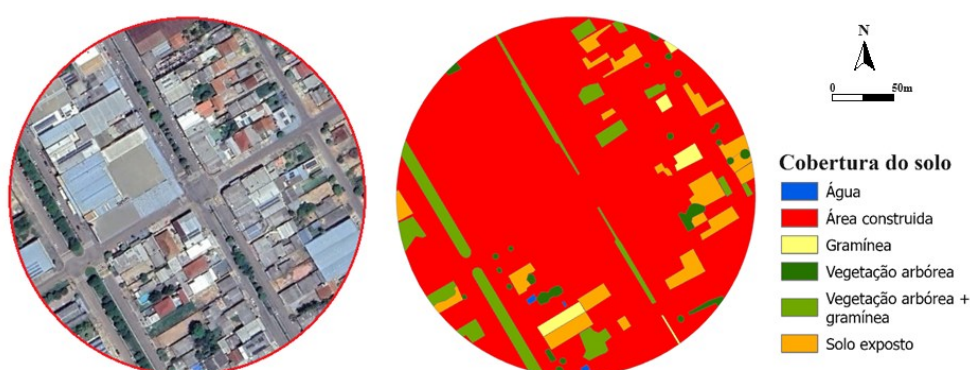


Figura 4. Ponto de análise 2. **Fonte imagem:** Google Earth Pro.
Fonte mapa uso solo: o autor (2023).

A temperatura média para o ponto 2 ao longo do período de monitoramento foi de 26,8°C no período da manhã, variando entre 23,2°C e 29,7°C. Para o período da tarde, a temperatura média foi de 33,1°C entre os meses de coleta, oscilando entre 27,2°C

e 37,7°C. Durante a noite, foi registrada a maior temperatura no mês de setembro (30,7°C), contribuindo para formar a maior média térmica noturna entre os pontos monitorados (27,1°C).

A umidade relativa do ar do ponto 2 teve comportamento semelhante ao do ponto 1, com valores altos no primeiro dia de coleta (70,1% de média diária em dezembro). Nos meses finais da pesquisa, a umidade do ar registrada foi baixa, com médias diárias de 39,9% em junho e 42,8% em setembro. A tarde do solstício de inverno registrou uma umidade relativa do ar de apenas 23,1% (Figura 9). As duas últimas estações do ano foram determinantes para colocar esse ponto com a menor média de umidade relativa do ar (50,8%).

Assim como o ponto 1/10, o ponto 2 representa áreas no centro da cidade com extensa impermeabilização e pavimentação do solo, maior densidade de comércios e domicílios e menor cobertura vegetal arbórea (Aleixo et al., 2021).

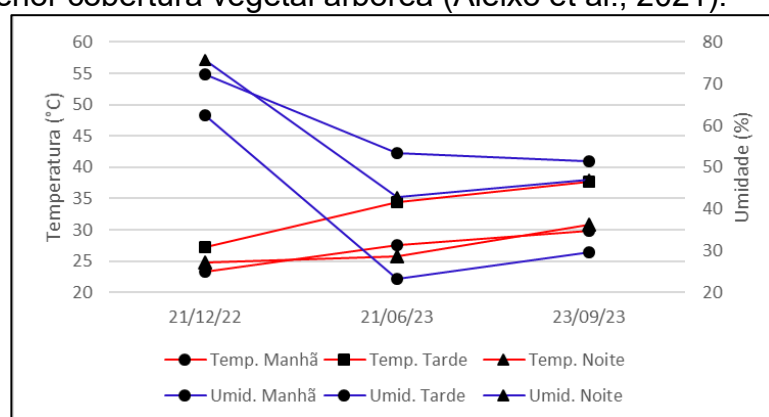


Figura 5. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 2. **Fonte:** o autor.

O ponto 3 está localizado em um bairro distante do centro da cidade, que até pouco tempo atrás era considerado uma área rural. Trata-se de um loteamento que teve início de forma irregular, não contando com infraestrutura planejada, como rede de esgoto, água tratada e asfalto. As ruas, que apresentam pouca circulação de veículos, são todas de chão batido e mais estreitas em comparação às do centro da cidade, não possuindo calçadas de cimento nem mesmo grama no espaço destinado a elas. O bairro, que tem lotes grandes, é pouco habitado e apresenta uma baixa taxa de área construída (11,9%), com a maior parte do seu espaço (65,6%) ocupado por solo exposto (Figura 10)

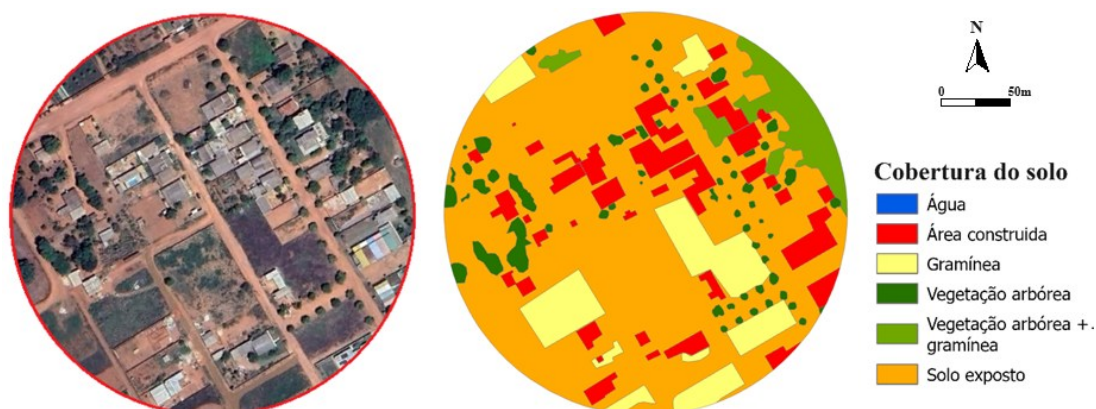


Figura 6. Ponto de análise 3.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

No período matutino, as temperaturas ficaram com médias de $26,8^{\circ}\text{C}$. O dia 21 de dezembro foi o menos quente do ponto analisado, com 24°C , enquanto a maior temperatura ocorreu no mês de setembro, com $29,3^{\circ}\text{C}$.

No período da tarde, as médias térmicas foram de 33°C , valores semelhantes ao ponto 2, que conta com muita área construída, asfalto e grande circulação de veículos. O destaque ficou para o dia 23 de setembro, que registrou $38,3^{\circ}\text{C}$, evidenciando que o solo exposto tem grande poder de aquecimento rápido do ar. Segundo Porangaba *et al.* (2021), terrenos com solo descoberto e ruas de chão batido, assim como as edificações, tendem a induzir ao aumento da temperatura do ar. À noite, as temperaturas esfriaram mais rápido do que nos pontos anteriores, ficando com média de $23,9^{\circ}\text{C}$. A menor temperatura noturna para esse ponto foi registrada em 21 de junho, ficando em $20,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 11).

O valor médio da umidade relativa do ar para o ponto 3 no período pesquisado foi de 59,1%. O momento mais seco foi registrado no dia 21 de junho à tarde, com 24,7%. Já a hora com umidade do ar mais elevada (85,1%) ocorreu em 21 de dezembro durante a noite (Figura 11).

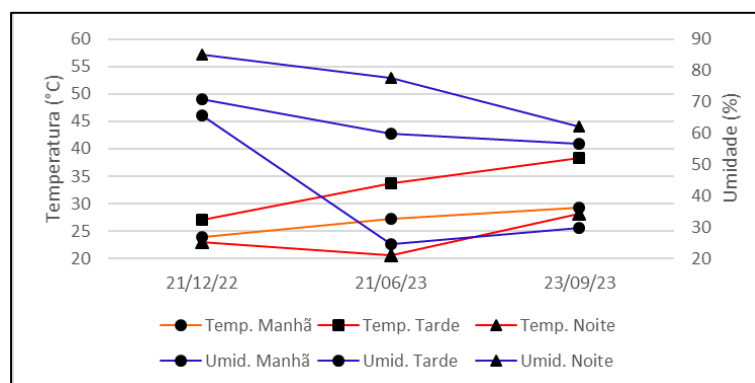


Figura 7. - Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 3. **Fonte:** o autor.

O quarto ponto analisado é uma área localizada na periferia da cidade, embora esteja localizado dentro do perímetro urbano, tem uma atividade essencialmente rural, com área de pastagem para a prática de pecuária e uma reserva de floresta remanescente do período anterior a colonização do município (Figura 12). A área é composta majoritariamente por vegetação arbórea cerca de 73%, seguida por 18% de pastagens (gramíneas) entre árvores. Essas características do local, colaboram para que haja uma pequena ilha de frescor em relação aos outros pontos analisados.

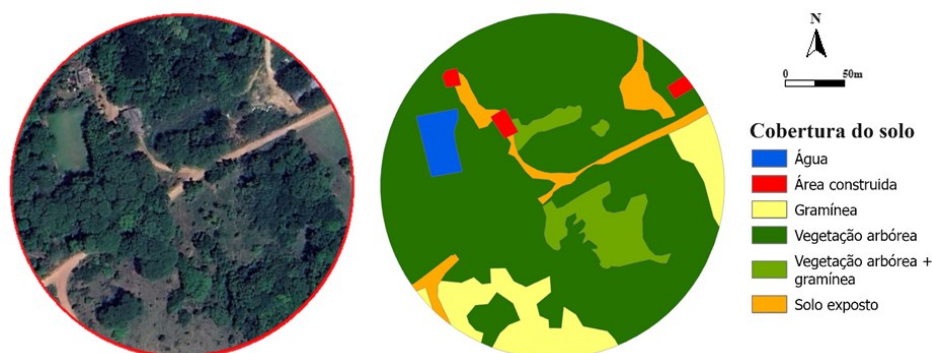


Figura 8. Ponto de análise 4.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

A temperatura média para o período da manhã foi de 26,2°C, com a menor temperatura registrada em 21 de dezembro (22°C) e a maior atingindo 29,2°C em 23 de setembro. À tarde, a menor temperatura também foi registrada em dezembro (26,6°C), e a maior temperatura foi registrada no dia 23 de setembro, quando mesmo estando em uma área bem arborizada, atingiu 36,9°C (Figura 13). Durante a noite, a média geral foi de 23,5°C, com o dia 21 de junho apresentando a menor temperatura para esse ponto (20,6°C). Rodrigues *et al.* (2020), Emery *et al.* (2021), Lima *et al.* (2021) e Jaiswal *et al.* (2023) utilizaram uma estação meteorológica fixa instalada em área rural para comparação com as temperaturas de pontos móveis em transectos, a fim de confirmar a existência de ilhas de calor. Como no município de Colíder não há uma estação meteorológica instalada, o ponto 4 foi considerado como área rural, devido ser o local com maior área verde e poucas edificações ou atividades humanas. Dessa forma, o ponto 4 foi adotado como referência rural, assim como em Teixeira e Amorim (2017), Porangaba *et al.* (2021) e Lima *et al.* (2021)

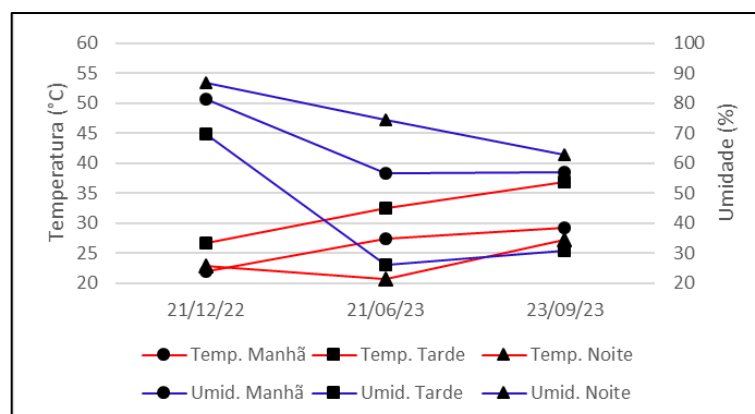


Figura 9. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 4. **Fonte:** o autor.

Em relação à umidade relativa do ar, o ponto 4 apresentou a maior média, com 60,6%, considerando todos os dias de coleta de informações entre todos os pontos. A manhã e a tarde com maior percentual de umidade foram de 81,5% e 69,5%, respectivamente, e a noite mais úmida teve 86,8%. Todos os valores de maior umidade foram registrados no dia 21 de dezembro, que foi o dia mais úmido do período de coleta entre todos os pontos observados.

O ponto 5 é uma área reservada para um loteamento futuro. O local está sendo preparado por uma empresa imobiliária há vários anos e atualmente já conta com infraestrutura necessária para comercializar os lotes. Todas as ruas do futuro bairro residencial contam com asfalto, porém ainda não foram realizadas edificações de nenhuma natureza (Figura 14). O raio de abrangência da área da pesquisa só tem duas classes de uso do solo. São 17% de área construída que nesse caso está sendo representada pelo asfalto das ruas, e 83% de solo exposto que compreende a área destinada aos terrenos do bairro.

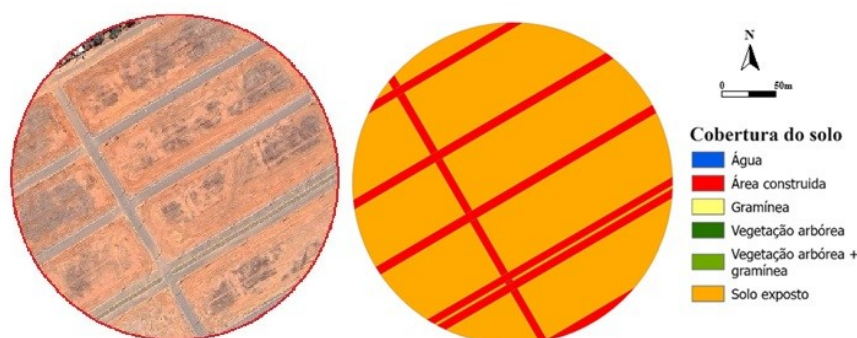


Figura 10. Ponto de análise 5.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

No período da manhã, a média de temperatura para o ponto 5 foi de 27°C, tendo a menor temperatura no mês de dezembro (22°C). A maior temperatura matutina para o ponto 5 foi de 30,8°C, registrada no dia 23 de setembro (Figura 15). Para o período da tarde, a média de todos os registros foi de 32,7°C. O dia mais quente entre os três monitoramentos foi o dia 23 de setembro, quando a temperatura alcançou 37,2°C. À

noite, as médias de temperatura foram menores, ficando em torno de 25,2°C. A menor temperatura registrada, 23°C, foi observada em 21 de dezembro. No entanto, durante os registros dos meses de inverno e primavera, as temperaturas noturnas no ponto 5 ficaram acima da média da maioria dos pontos monitorados. As temperaturas mais elevadas ocorreram nas áreas com a presença de solo exposto, asfalto, alto índice de construção e menor percentual de vegetação (Aleixo et al., 2021).

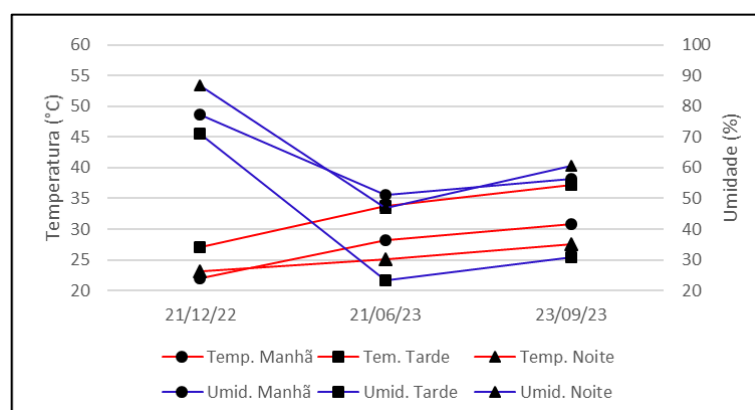


Figura 11. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 5. **Fonte:** o autor.

Para esse ponto, a umidade do ar no período da manhã foi de 61,6%. A manhã mais úmida ocorreu no dia 21 de dezembro, com umidade em torno de 77,4%. Já as manhãs dos dias 21 de junho e 23 de setembro registraram 51% e 56,4% de umidade, respectivamente. À tarde, a umidade média ficou em 41,8%, com o dia 21 de junho registrando o momento mais seco entre os dias e horários da pesquisa nesse ponto (23,3%). Durante a noite, a média para a umidade do ar ficou em torno de 64,4%.

O ponto 6 é atualmente um dos cartões postais da cidade, muito visitado nos finais de semana, durante o dia e à noite. Trata-se de uma área com um lago artificial, com margens cobertas por gramíneas e algumas árvores concentradas principalmente no lado leste (Figura 16). A urbanização em torno do lago é intensa, com a maior parte do solo impermeabilizado e com construções residenciais de, em sua maioria, um pavimento. Poucas são as árvores nos quintais, onde os proprietários aproveitam ao máximo o terreno para moradia e/ou áreas de lazer.

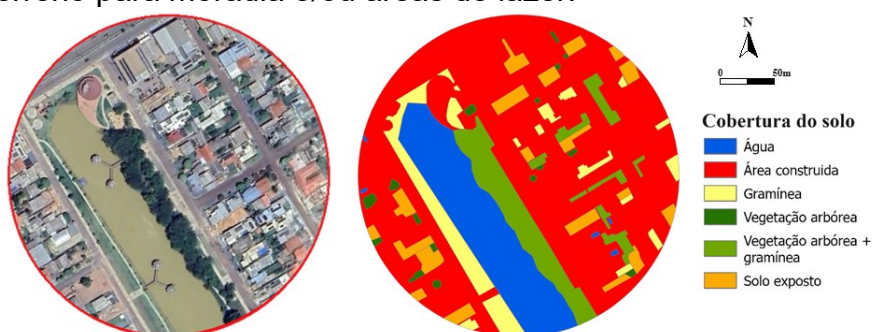


Figura 12. Ponto de análise 6.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

A temperatura no período da manhã ficou em torno de $22,5^{\circ}\text{C}$ para o dia 21 de dezembro. Já nos dias 21 de junho e 23 de setembro, as temperaturas foram de $28,2^{\circ}\text{C}$ e $31,6^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Durante a tarde, foram registrados $26,8^{\circ}\text{C}$ em 21 de dezembro, $33,8^{\circ}\text{C}$ em 21 de junho e 37°C no dia 23 de setembro. Já durante a noite, as temperaturas oscilaram entre $23,7^{\circ}\text{C}$ e $28,4^{\circ}\text{C}$, ficando com média de $25,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 17).

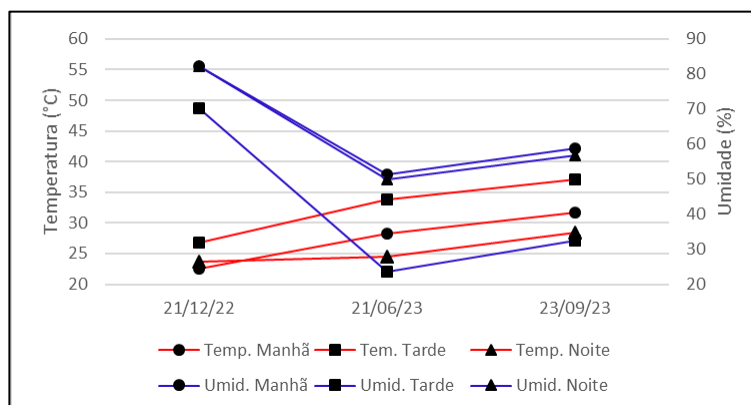


Figura 13. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 6. **Fonte:** o autor.

A umidade do ar nesse ponto foi elevada no mês de dezembro, com média de $78,1\%$ nos três períodos do dia (Figura 17). Já nos meses de junho e setembro, a umidade ficou baixa, com média de $41,5\%$ e $49,2\%$, respectivamente, durante os três turnos do dia. Esse último período foi caracterizado por meses quentes e secos, e o fato do ponto 6 estar localizado às margens de um lago artificial não foi suficiente para ter uma umidade do ar maior em relação aos outros pontos.

O sétimo ponto de análise está localizado no setor Norte da cidade. Sendo um bairro residencial, conta com várias casas com quintais grandes e poucas árvores nos terrenos. Em muitos lotes, os proprietários impermeabilizaram o solo com calçadas, em outros casos, cobriram com pedra brita e, em alguns, o solo ficou exposto. O percentual de área construída é de $39,5\%$ e está concentrado no lado oeste (Figura 18). No lado leste, predomina uma área de pastagens com árvores esparsas que juntas somam pouco mais de 30% . Ainda do lado leste, há uma grande área de solo exposto que, juntas com as áreas de quintais, somam $23,3\%$.

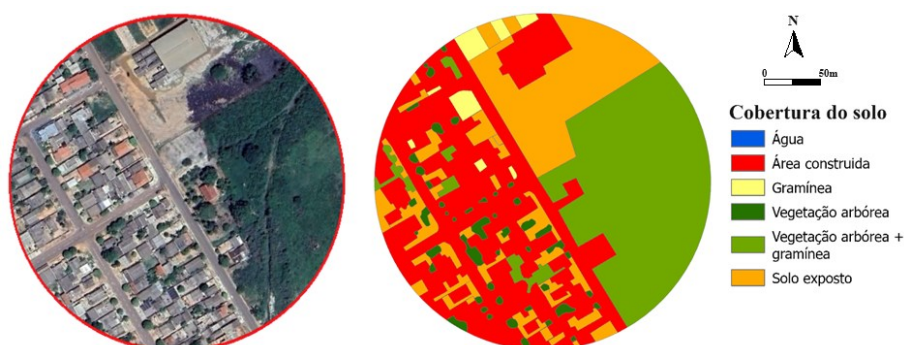
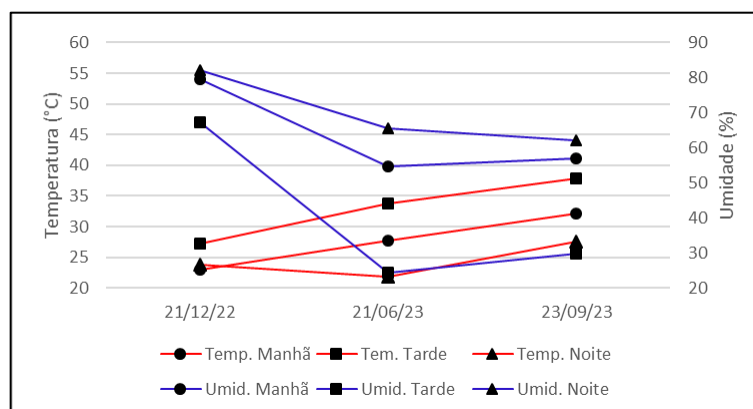


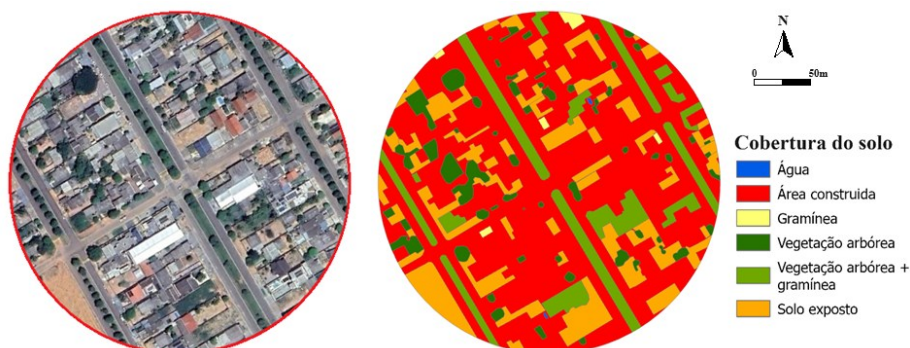
Figura 14. Ponto de análise 7.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

Em relação à temperatura do ponto 7, elas se mantiveram dentro da média para a maioria dos pontos anteriores. De manhã, foi registrado 23°C em dezembro, 27,7°C em junho e 32,2°C em setembro (Figura 19). Já no período da tarde, a temperatura média foi de 32,9°C, com a maior temperatura registrada em setembro, 37,9°C. À noite, as temperaturas foram menores, com média térmica em torno de 24,3°C. A umidade relativa do ar foi em média de 58%, considerando todos os transectos. A umidade foi elevada apenas no dia 21 de dezembro, com média de 76,3%.

**Figura 15.** Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 7. **Fonte:** o autor.

O ponto 8 está localizado no setor Oeste e é uma área predominantemente residencial, mas conta com vários prédios comerciais próximos ao ponto de coleta. É uma área com grande circulação de veículos, pois a avenida serve de ligação entre o centro da cidade e diversos bairros periféricos (Figura 20). Cerca de 63% da cobertura do solo compreende área construída com prédios comerciais, residenciais, asfalto e calçadas. O solo exposto representa aproximadamente 18% e as áreas verdes somam menos de 20%.

**Figura 16.** Ponto de análise 8.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

As temperaturas para o período da manhã ficaram em média de 27,6°C, tendo a maior temperatura no dia 23 de setembro, com 31,4°C (Figura 21). Para o período da tarde, a média registrada entre os três dias de coleta foi de 33,3°C, com o dia mais quente em setembro, 38,7°C. Durante a noite, as temperaturas caíram, com média registrada entre os pontos de 25°C.

A umidade relativa do ar seguiu o mesmo comportamento dos outros pontos da pesquisa, com alta umidade no mês de dezembro (74,6%). Nos meses de junho e setembro, a umidade foi muito baixa, com médias de 41,7% e 46,9%, respectivamente. A média geral para todos os dias de coleta nesse ponto ficou em torno de 54,4%

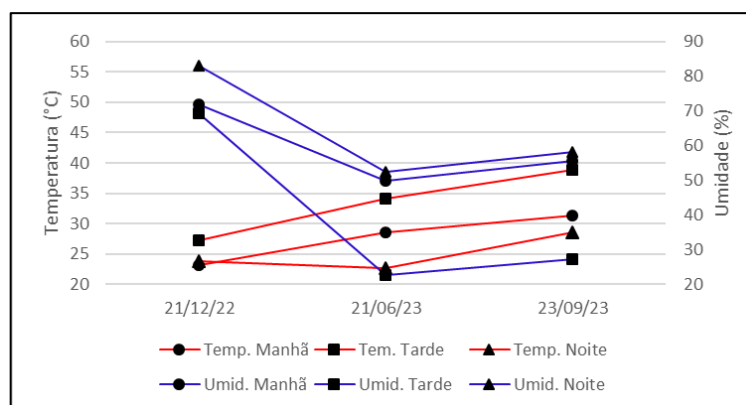


Figura 17. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 8. Fonte: o autor.

O ponto 9 está localizado bem ao lado da praça central do município. É uma área que, em seu lado oeste, está densamente urbanizada com construções em sua maioria residenciais. No entanto, às margens da avenida que contorna a praça, estão instalados pontos comerciais. No lado leste, a área compreende a praça central, que durante o período da pesquisa estava passando por reformas e reestruturação.

No início desse projeto, quase toda a praça central estava com o solo exposto em meio a poucas árvores remanescentes (Figura 22). No período de desenvolvimento da pesquisa, a praça começou a receber grama e cimento na construção de calçadas. Atualmente, ela já conta com muitas árvores em crescimento e uma grande área de grama formando um pequeno bosque. A imagem de satélite (Google Earth Pro) está datada de agosto de 2022, enquanto o mapa de classificação do uso do solo para o ponto 9 foi elaborado em abril de 2023. Nessa data, a área de calçadas da praça já estava concluída, mas o plantio de grama e a arborização ainda não haviam sido finalizados.

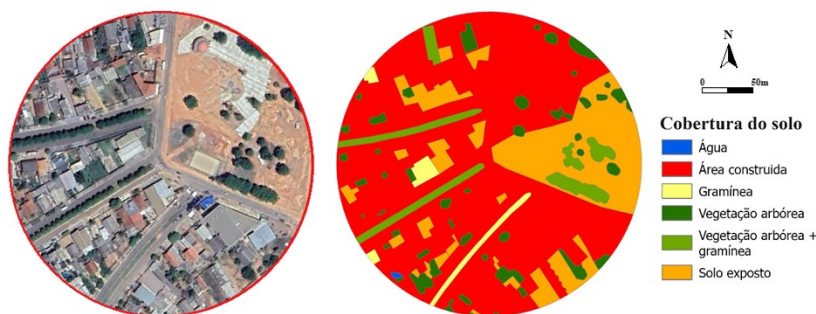


Figura 18. Ponto de análise 9.

Fonte imagem: Google Earth Pro. **Fonte mapa uso solo:** o autor (2023).

No período da manhã, a temperatura registrada foi de 23,8°C em dezembro. Já durante a época seca, os valores foram de 28,8°C e 32,8°C em junho e setembro, respectivamente. À tarde, a média de temperatura ficou em 33,5°C, com a maior temperatura registrada em setembro, 39,3°C. Durante a noite, a temperatura média registrada para o ponto foi de 26°C (Figura 23).

A umidade do ar média para o ponto 9 durante todo o período pesquisado ficou em 53,3%. Damos ênfase ao período seco, que registrou nas tardes dos dias 21 de junho e 23 de setembro os valores de 23,4% e 25%, respectivamente.

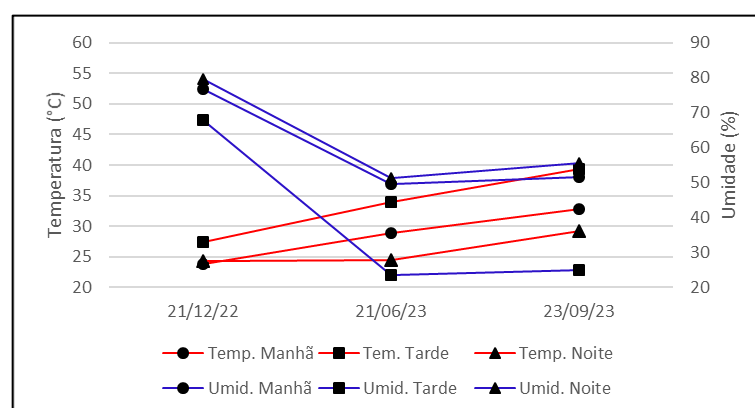


Figura 19. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 9. Fonte: o autor.

O ponto 10 é o mesmo ponto 1, porém com as leituras de temperatura e umidade relativa do ar coletadas cerca de uma hora após o início do trajeto. Considerando a média por período entre os dias de coleta, durante as manhãs a média de temperatura ficou em 28,7°C, um aumento de 1,4°C em relação ao início do trajeto. À tarde, a média foi de 33,8°C, registrando um aumento de 0,6°C. No período noturno, a média de temperatura foi de 25,9°C, evidenciando uma redução na média de temperatura de 0,6°C durante uma hora (Figura 24).

Com relação à umidade relativa do ar, considerando também a média para os momentos de coleta, a média para o período da manhã foi de 63,3%. Durante a tarde, a umidade do ar ficou em média de 38%, ou seja, ela se manteve estável durante o período de uma hora, entre os inícios e os finais dos transectos. Para o período da noite, foi registrado o valor médio de 63,3%, o que indica que houve um aumento da umidade do ar em 2,1% em média após uma hora do início do transecto.

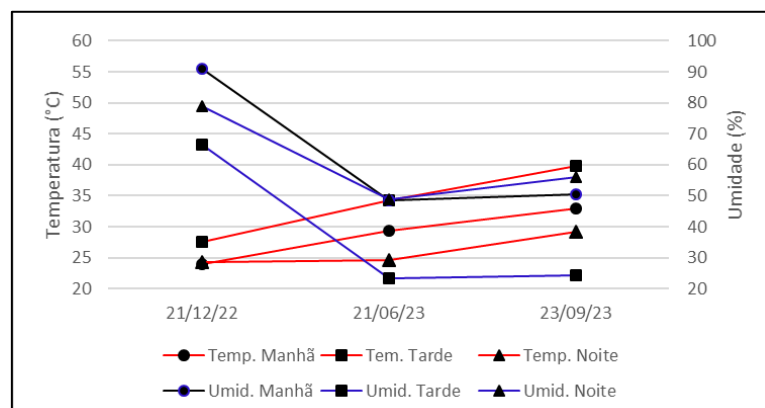


Figura 20. Temperatura e umidade relativa do ar, ponto 10. **Fonte:** o autor.

Os dados coletados no ponto 10, localizado muito próximo ao ponto 1 (ponto inicial da pesquisa), apresentaram alterações nos valores de temperatura do ar inferiores a 2°C e mudanças nas informações de umidade relativa do ar média que não ultrapassaram 6,5%. Esses resultados corroboram a recomendação da literatura (Valin Jr; Santos, 2020) de que todo o trajeto do transecto seja realizado em no máximo uma hora para minimizar a influência de variáveis climáticas e garantir a qualidade dos dados coletados.

Ilhas de Calor em Colíder: Características e Impactos em Cidades de Pequeno Porte

Colíder, assim como as cidades de pequeno porte, apresentam poucos atributos que colaboram com a formação de ilhas de calor, justificando a quantidade menor de trabalhos disponíveis em relação as grandes metrópoles. Todavia, as ilhas de calor se manifestam em pequenos núcleos urbanos com intensidades fraca e moderada, como já foram observadas por Teixeira e Amorim (2017), Amorim (2019), Aleixo et al. (2021), Porangaba et al. (2021), Silva et al. (2022).

Segundo Garcia (1996), as ilhas de calor podem ser classificadas de acordo com a magnitude da diferença de temperatura entre as áreas rurais e urbanas. Essa classificação se baseia em faixas de temperatura: magnitude fraca, quando a área urbana está entre 0°C e 2°C mais quente que a área rural; magnitude moderada, quando a diferença de temperatura entre as áreas urbana e rural está entre 2°C e 4°C; magnitude forte, quando a área urbana está entre 4°C e 6°C mais quente que a área rural e magnitude muito forte, quando a diferença de temperatura entre as áreas urbana e rural é superior a 6°C.

Os dados coletados no início das três estações do ano foram organizados em uma planilha eletrônica (Quadro 1). As mínimas, máximas, médias e amplitudes térmicas entre os pontos em cada horário dos transectos foram calculadas para identificar as ilhas de calor.

Quadro 1. Temperatura e umidade do ar nos pontos selecionados 2022/2023.

		21/12/2022		21/06/2023		23/09/2023	
		Temp	Umid	Temp	Umid	Temp	Umid
Ponto 1	Manhã	23,36	71,34	27,52	54,89	31,02	50,48
	Tarde	27,23	62,61	34,30	24,09	38,09	29,76
	Noite	24,72	76,06	24,32	53,95	30,60	47,52
Ponto 2	Manhã	23,26	72,26	27,55	53,44	29,78	51,55
	Tarde	27,26	62,54	34,42	23,17	37,74	29,52
	Noite	24,83	75,60	25,71	42,83	30,75	46,91
Ponto 3	Manhã	24,01	70,73	27,30	59,85	29,31	56,49
	Tarde	27,14	65,78	33,74	24,75	38,31	29,76
	Noite	22,96	85,14	20,51	77,63	28,26	62,06
Ponto 4	Manhã	22,02	81,54	27,33	56,66	29,29	56,95
	Tarde	26,66	69,58	32,56	25,95	36,91	30,81
	Noite	22,85	86,85	20,64	74,44	27,21	62,69
Ponto 5	Manhã	22,04	77,41	28,24	51,01	30,84	56,49
	Tarde	27,06	71,15	33,81	23,33	37,27	31,03
	Noite	23,09	86,87	25,19	46,76	27,53	60,60
Ponto 6	Manhã	22,55	82,21	28,21	51,32	31,65	58,77
	Tarde	26,80	70,17	33,89	23,45	37,04	32,34
	Noite	23,72	82,10	24,42	49,89	28,40	56,76
Ponto 7	Manhã	22,98	79,55	27,77	54,76	32,20	56,95
	Tarde	27,17	67,34	33,83	24,43	37,92	29,88
	Noite	23,73	82,23	21,81	65,55	27,57	62,13
Ponto 8	Manhã	23,16	71,87	28,49	49,83	31,41	55,46
	Tarde	27,19	69,21	34,12	22,74	38,79	27,29
	Noite	23,78	82,95	24,07	52,57	28,53	58,17
Ponto 9	Manhã	23,88	76,60	28,84	49,49	32,84	51,55
	Tarde	27,48	67,88	33,96	23,41	39,31	25,04
	Noite	24,25	79,62	24,52	51,21	29,28	55,48
Ponto 10	Manhã	23,96	91,01	29,33	48,45	32,93	50,48
	Tarde	27,57	66,56	34,22	23,17	39,74	24,28
	Noite	24,24	78,79	24,57	48,89	29,12	56,05

Fonte: o autor.

Os primeiros registros de temperatura e umidade relativa do ar ocorreram no solstício de verão de 2022, apresentando pouca variação entre os pontos da pesquisa. A temperatura média no período da manhã foi de 23,1°C, enquanto a umidade do ar ficou em 77,4%. Já à tarde, a temperatura média atingiu 27,1°C, com umidade do ar

de 67,2%. No período noturno, a temperatura média foi de 23,8°C e a umidade do ar, 81,6%.

Durante a manhã, a maior ilha de calor foi detectada no ponto 3, com 1,99°C a mais que o ponto de referência. No período da tarde, a maior diferença foi no ponto 10, com 0,9°C, e à noite, no ponto 2, com 1,98°C. Em todas as situações, as ilhas de calor foram classificadas como de magnitude fraca. O ponto 2 e o ponto 10 são áreas com intensa ocupação urbana, solo altamente impermeabilizado e grande circulação de veículos. Já o ponto 3 é uma região com alto índice de solo exposto e pouca área arborizada.

Devido à alta pluviosidade em dezembro, a maioria dos dias apresenta elevada taxa de umidade do ar, resultando em temperaturas mais amenas e amplitudes térmicas moderadas, mas ainda apresentando ilhas de calor de magnitude fraca. No entanto, estudos realizados por Mota (2017) em Coari (AM), município com o dobro da população de Colíder, detectaram ilhas de calor de magnitude fraca e moderada no mesmo período de dezembro, utilizando técnica semelhante, evidenciando que as ilhas de calor são menores nessa época.

O segundo transecto móvel foi realizado no solstício de inverno (21/06/2023). A temperatura média entre todos os pontos no período da manhã foi de 28°C, com umidade relativa do ar média de 52,9%. No período da tarde, a temperatura média atingiu 33,8°C, enquanto a umidade relativa do ar registrou a média de 23,8%. Para o período noturno, a temperatura média registrada foi de 23,5°C, com umidade do ar de 56,3%.

Nesse dia de transecto, a maior intensidade de ilha de calor observada no período da manhã ocorreu no ponto 10, com 2°C a mais que o ponto de referência, caracterizando-se como de magnitude moderada. Durante a tarde, a maior diferença foi registrada no ponto 2, com 1,86°C a mais que o ponto de referência, classificada como de magnitude fraca. Já no período noturno, a ilha de calor de maior intensidade da pesquisa foi registrada no ponto 2, com 5,2°C a mais que o ponto de referência, caracterizando-se como de magnitude forte.

Embora o ponto 10 (ponto 1 uma hora depois) tenha características de ocupação e impermeabilização do solo semelhantes, inclusive um posto de combustível ao lado, ele apresentou ilha de calor com 4°C, ou seja, mais de 1 °C menor que o ponto 2. Essa diferença se justifica pelo fato de o ponto 2 estar bem ao lado do estacionamento do maior supermercado da cidade, onde estava próximo de fechar e havia muitos veículos transitando na entrada e saída do estacionamento. Ao mesmo tempo, a movimentação de pessoas e veículos era grande no posto de combustível que ficava do outro lado da rua. No ponto 10, o posto de combustível já estava fechado na hora da coleta de dados.

Essa ilha de calor de magnitude forte se estendia para o sul da cidade até o ponto 5 (4,6 °C), que é uma área de futuro loteamento, totalmente com solo exposto exceto pelas ruas asfaltadas, formando um grande bolsão de ar quente, que vai da área central até a periferia de expansão urbana (Figura 25). Ao Norte, a ilha de calor

continuou a se estender, passando pelo ponto 10 (4°C), chegando até o ponto 9 (4°C), que é a área ao lado da praça central da cidade.

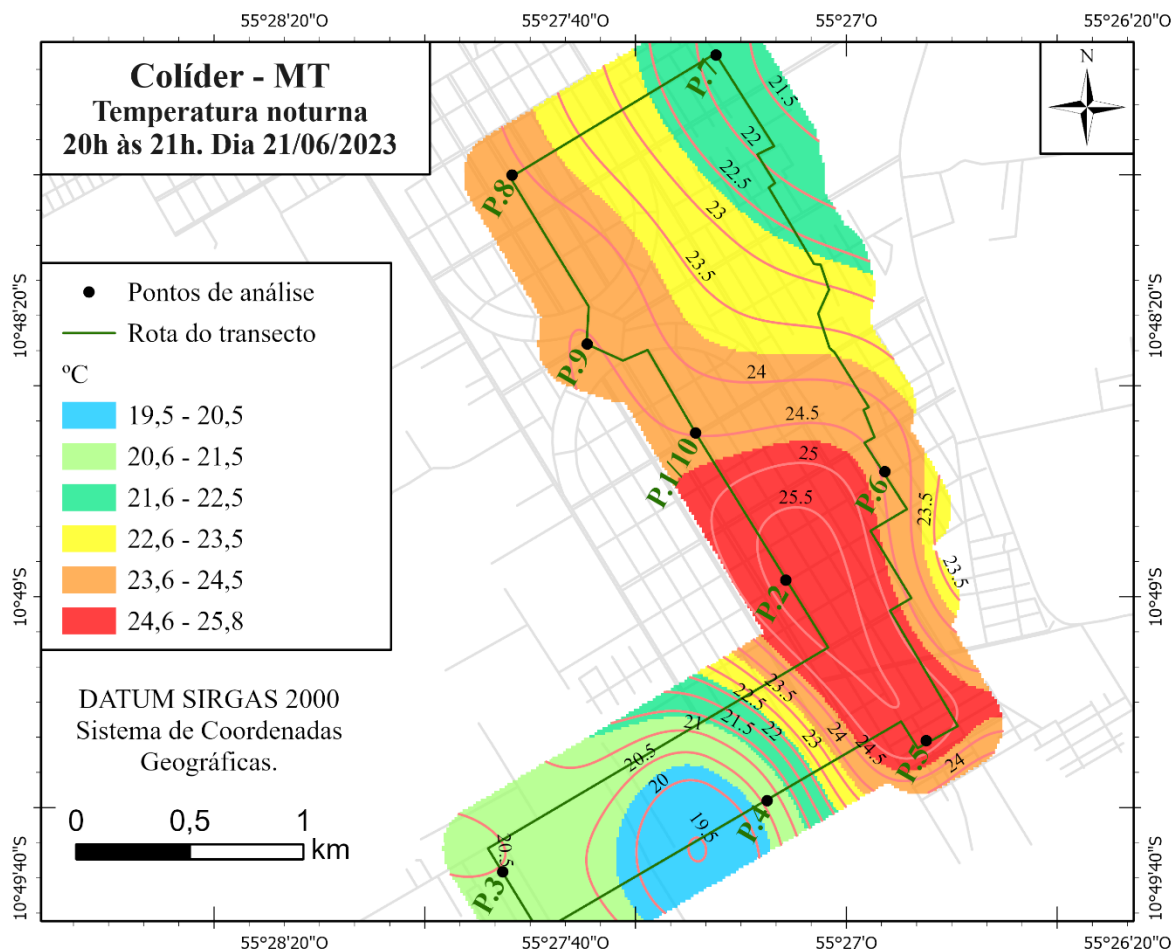


Figura 21 - Identificação de ilha de calor em Colíder

Fonte: o autor.

É possível inferir que o tipo de materiais que compõem os espaços urbanos pode contribuir com grande relevância para o aquecimento do ar e a formação da ilha de calor. As cidades de pequeno porte, em seu processo de crescimento, podem adotar medidas de planejamento urbano que contemplem a rearborização urbana com espécies adequadas ao clima local, utilização de materiais construtivos adequados que não exijam a climatização dos ambientes internos, evitar que novos loteamentos tenham a impermeabilização generalizada do solo e evitar a edificação total dos terrenos (Amorim, 2019). Atualmente, é muito difícil diminuir a circulação de pessoas e veículos na área urbana, mas é necessário encontrar alternativas como a mudança na composição das estruturas urbanas. Jahangir et al. (2024), em seus estudos de modelagem em ilhas de calor, adicionando telhado verde nas edificações e aumentando vegetação no solo com gramados e jardins, foram capazes de reduzir 0,68 °C na temperatura local. A princípio parece pouca redução do calor, mas com a implementação de outras formas e materiais nas construções, pode produzir uma

sensação térmica mais agradável. Silva (2022), analisando a ocorrência de ilhas de calor em Três Rios (RJ), também encontrou ilhas de calor de magnitude e intensidade forte e muito forte em áreas com grande ocupação urbana e impermeabilização do solo no período de inverno. Na área do estudo da atual pesquisa, é comum a ocorrência de temperaturas elevadas e baixa umidade do ar para essa estação do ano. Essa ilha de calor de maior magnitude se justifica pelo fato de que os meses de inverno de 2023 no Brasil foram os mais quentes desde 1961 (INMET, 2023).

A terceira sequência de monitoramento por transecto foi realizada no equinócio de primavera de 2023. Foi o período com temperaturas médias mais elevadas para o período estudado. A temperatura média e umidade do ar no período da manhã foram de 31,1°C e 54,5% respectivamente. Para o período da tarde, os números foram de 38,1°C de temperatura média do ar, e 28,9% para a umidade do ar em média. No período noturno, a temperatura média foi de 28,7°C e a umidade relativa do ar média ficou em 56,8%. Embora esse dia tenha sido o mais quente entre os três analisados, não se registrou nenhuma ilha de calor de magnitude forte, ou muito forte, todavia foi identificada ilha de calor moderada nos três transectos realizados. Nos períodos da manhã e tarde, as maiores amplitudes térmicas ocorreram no ponto 10, com 3,6°C e 2,8°C respectivamente, comparados com o ponto de referência. Enquanto no período noturno, a ilha de calor foi de 3,5 °C registrada no ponto 2.

Os dois últimos dias de registros (21/06/2023 e 23/09/2023) as temperaturas foram muito elevadas, e consequentemente, as taxas de umidade do ar foram muito baixas. O intervalo entre junho e setembro foi considerado atípico para a região, apresentando um longo período de seca, o que contribuiu para as elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar.

CONCLUSÕES

Na cidade de Colíder, o verão se apresentou com temperaturas mais amenas do que o esperado, enquanto o inverno trouxe dias mais quentes dentro da média da estação. Mas foi na primavera que o calor se intensificou, com temperaturas médias de 28°C às 20h e 38°C às 14h. A umidade relativa do ar, por outro lado, se mostrou baixa no inverno e na primavera, com destaque para o dia 21/06/2023, quando a média da tarde foi de apenas 23,8%. Em todos os dias e horários de coleta de dados, ilhas de calor de magnitude e intensidade fraca e moderada foram observadas. Nos dois últimos dias (inverno e primavera), as magnitudes se intensificaram. O ponto 2, com suas construções de materiais que absorvem calor (concreto e asfalto), grande fluxo de pessoas e veículos (supermercado, lojas, posto de combustíveis) e pouca vegetação (apenas algumas árvores e gramíneas), foi o local com a maior intensidade de ilha de calor.

Para amenizar o impacto das ilhas de calor e proporcionar um clima mais agradável para a população, Colíder precisa investir em mais áreas verdes de acesso público, como parques e bosques. Além de promover o lazer, essas áreas verdes podem servir como mecanismos naturais para reduzir as ilhas de calor. Os lagos da cidade, por sua

vez, não contam com espaço suficiente para a arborização necessária para mitigar o problema, pois não faziam parte do projeto inicial da formação do município. Em um dos dias do transecto, foi constatada uma ilha de calor de intensidade moderada (3,9°C) às margens de um desses lagos. Considerando este estudo, com um planejamento e ações eficazes, a cidade de Colíder pode ter seu clima transformado na direção de proporcionar um melhor conforto térmico para seus habitantes. A criação de mais áreas verdes, a arborização adequada dos lagos e a busca por soluções inovadoras para a gestão urbana são passos importantes nesse caminho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. João Basso Marques, coordenador do Projeto de Extensão Monitorando o Clima (UFMT), pela disponibilização dos instrumentos para a realização da pesquisa, a Prof.^a Dr.^a Flávia Maria de Moura Santos pelas sugestões na escolha dos pontos do transecto e a Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso, pela licença para qualificação profissional do primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCOFORADO, M. J. **Climatologia urbana para o ensino**. Centro de Estudos Geográficos. (Coleção Clima e Mudanças Ambientais – Clima). N.3, Lisboa, 2010.
- ALEIXO, N. C. R. *et al.* Ilhas de calor em cidade de pequeno porte na Amazônia brasileira: análise de Uarini-AM. **Revista Geoaraguaia**. Barra do Garças – MT v.11 n. Esp. Geotecnologias p. 166–186. Ago-2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/12072> Acesso em: 15/01/2024.
- ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 20 – jan/jul 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v20i0.46190> Acesso em 25/01/2024.
- AMORIM, M. C. C. T. **Ilhas de calor: em cidades tropicais de médio e pequeno porte**: teoria e prática. 1. Ed. Curitiba: Appris, 2020.
- AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**. Edição Especial – XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, jun 2019.
- ARAÚJO, L. F. **Ilhas de calor em Sinop-MT: análise das características térmicas em conjunto com os espaços socioeconômicos e ambientais**. 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.

ARAÚJO, L. F.; AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; ARVOR, D. A variação espacial da ilha de calor e sua associação com características paisagísticas em Sinop-MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 31, Jul. / Dez. 2022.

BÖHM, R. Stadtentwicklung und Trend der Wärmeinselintensität. **Arch. Met. Geoph. Biokl. B.** **27**, 31–46, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02245908>
Acesso em 30/12/2023.

CHANDLER, T.J. (1968). Urban climatology: Inventory and prospect (an introductory lecture). In: WMO: Urban climates, proceedings of the WHO/WMO Symposium on Urban climates and building climatology, Brussels, **WMO Tech. Note** No. 108, WMO No. 254, TP 141, 1970. 390 p.

CHANDLER, T.J. Urban climatology and its relevance to urban design, **WMO Tech. Note** No. 149, WMO No. 438, 1976. 61 p.

CHEGURY, J. Q. B. M.; JUSTI, A. C. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Avaliação microclimática, termo higrométrica e das ilhas de calor na cidade de Cuiabá-MT/Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 30, jan. / jun. 2022.

EMERY, J.; POHL, B.; CRÉTAL, J.; RICHARD, Y.; PERGAUD, J.; REGA, M.; ZITO, S.; DUDEK, J.; VAIRET, T.; JOLY, D.; THÉVENIN, T. How local climate zones influence urban air temperature: measurements by bicycle in dijon, France. **Urban Climate**. Volume 40, December 2021, 101017

FRANÇA, M. S. Índícios de ilha de calor urbana em Sorriso/MT. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** - v.13, n.4, set-dez. 2014, p.3569-3579.

FRANÇA, M. S. **Avaliação do microclima urbano para a cidade de Sorriso/MT: estudo de caso**. 2017. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.

GARCIA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, médio ambiente y planificación**. Sintesis. 1996. 285p.

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

GHENO, E. L.; FRANÇA, M. S.; MAITELLI, G. T. Variações microclimáticas na área urbana de Sinop/MT no final da estação chuvosa. **Educação, Cultura e Sociedade**. v.2, n.1, p.139-153, jan./jun. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/colider.html>. Acesso em: 03 jan. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia (2023). **Inverno de 2023 foi um dos mais quentes desde 1961**. Ministério da Agricultura e da Pecuária. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/notasTecnicas#> Acesso em 30 set. 2023.

- JAISWAL, N.; DEB, S. K.; PANDA, S. K.; MANDAL, A. K.; KHAN, A. W.; KISHTAWAL, C. M. Estimation of intra-urban thermal variability in Ahmedabad city using moving vehicle transects. **J. Earth Syst. Sci.** 132:41. 2023.
- JAHANGIR, M. H.; ZARFESHANI, A.; ARAST, M. Investigation of green roofs effects on reducing of the urban heat islands formation (The case of a municipal district of Tehran City, Iran). **Nature-Based Solutions** 5, 100100. 2024.
- LIMA, L. O. S.; ASCURA, R. E.; VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M. Análise por meio de transecto móvel das ilhas de calor e de frescor na região do Coxipó em Cuiabá – MT (Brasil). **Engineering and Science**, V.3 E10, 2021.
- LIMA, L. O. S. **Análise espaço-temporal da ilha de calor urbana superficial em Várzea Grande – MT**. 2023. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.
- MAITELLI, G. T.; CHILETTO, E. C.; JUNIOR, N. L. de A. et al. Intensidade da ilha de calor em Cuiabá/MT, na estação chuvosa. In: XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais**. Fortaleza/CE: UFCE, 2004.13 p.
- MENDES, M. A. **História e Geografia de Mato Grosso**. 3ª ed. Cuiabá: Cafarnaum, 2009.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série teses e monografias, n. 25).
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- MOTA, A. B. S. **Mapeamento termohigrométrico do município de Coari-AM utilizando transecto móvel**. 2017. 67 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental) — Universidade Federal de Mato Grosso.
- NETO, A. T.; AMORIM, M. C. C. T. Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Campinas, 2017. Anais..., Campinas: UNICAMP, v. 1, p. 1492-1506, 2017.
- OKE, T. R. City size and the urban heat island. **Atmospheric Environment Pergamon Press** 1973. Vol. 7, pp. 769-779.
- OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. Reino Unido, Vol. 108, n. 455, p. 1-24. Janeiro, 1982.
- Oke, T.R. **Boundary Layer Climates**, 2nd. edn., Routledge, London, 1987.
- Oke, T.R. The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects. In: Cermak, J.E., Davenport, A.G., Plate, E.J., Viegas, D.X. (eds) **Wind Climate in Cities**. NATO ASI Series, vol 277. 1995. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3686-2_5
- PADILHA, R. M. **Bacia hidrográfica do rio Carapá, Mato Grosso: Caracterização ambiental, uso da terra e dinâmica fluvial**. Cáceres: UNEMAT Editora. 2020.

PAULA, D. C. J.; SOUZA, N. S.; MIRANDA, S. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; SANTOS, F. M. M. Evolução do fenômeno de ilha de calor em cidade de médio porte na região centro-oeste do Brasil. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 8, p. Ago. 2019.

PINHO, J. G. de. **A evolução da intensidade da ilha de calor em Cuiabá – MT: 1990 a 2002.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá/MT. 2003. 69 p.

PORANGABA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T.; SILVA, M. H. S.; DUBREUIL, V. Modeling the urban heat island at a winter event in Três Lagoas, Brazil. **Urban Climate** 37, 2021. 100853.

RODRIGUES, L. R.; RAMOS, J. S.; SÁNCHEZ DE LA FLOR, F. J.; DOMÍNGUEZ, S. A. Analyzing the Urban Heat Island: comprehensive methodology for data gathering and optimal design of mobile transects. **Sustainable Cities and Society**. Volume 55, April 2020, 102027.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação Termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT. 2012. Tese (Doutorado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.**

SANTOS, F. M. M. Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências. **Revista Monografias Ambientais – REMOA**. V. 12 n. 12 ago. 2013, p. 2749 – 2763. <http://dx.doi.org/10.5902/223613089160>

SILVA, M. R. S. **A influência socioeconômica de Colíder (MT) para as cidades de seu entorno imediato.** 2022. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Cáceres-MT. 2017.

SILVA, Y. M. N.; SILVA, H. M.; SILVA, R. D. A.; MARQUES, E. D.; GOMES, O. V. O. Identification of the urban heat islands phenomenon in a small city: the study case of Três Rios/RJ, Brazil. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**. v.57, n.1. Mar 2022. 93-104.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local Climate Zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society** 93, 1879-1900, 2012. DOI10.1175/BAMS-D-11-00019.1

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 239-256. 2017.

VALIN JR, M. O.; SANTOS, F. M. M. Levantamento bibliográfico da utilização de transectos em pesquisas de clima urbano no Brasil e recomendações de padronização nos procedimentos. **Revista Brasileira de Climatologia**. Vol. 26 – jan/jun 2020.

ZAMPARONI, C. A. G. P.; LOMBARDO, M. A. As variações da temperatura e umidade relativa do ar em cidades de pequeno porte em área tropical: estudo de

caso Barra do Bugres e Tangará da Serra. **Revista Mato-grossense de Geografia**. Cuiabá, ano 01, nº), Des. 1995.

ZAVITOSKI, E. V. S. **Análise termohigrométrica nos eixos viários centrais da malha urbana original de Sinop-MT**. 2018. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) Instituto de Física. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá.



Revista Geonorte, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0

