

GESTÃO ILHA DE CALOR URBANA: DIAGNÓSTICO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO AMBIENTAL URBANA PARA A CIDADE DE COARI (AM)

URBAN HEAT ISLAND MANAGEMENT: DIAGNOSIS AS A TOOL FOR URBAN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR THE CITY OF COARI (AM)

Fernando Diniz Abreu Silva¹; Márcio Antônio Couto Ferreira²

RESUMO: A Coari, localizada no Amazonas, Brasil, entre o Rio Solimões e o Lago Coari-Mamiá, apresenta um clima equatorial com um verão quente e um inverno chuvoso. As altas temperaturas causam desconforto térmico, especialmente no centro urbano. Para investigar o clima local, foi realizada uma pesquisa microclimática, dividida em duas fases: coleta de dados e mapeamento das ilhas de calor. A metodologia incluiu o uso de imagens de satélite, especialmente do Landsat 8, com sensor de infravermelho térmico, para avaliar as temperaturas da superfície e identificar áreas verdes, densamente povoadas e corpos d'água. A identificação das ilhas de calor baseou-se na diferença térmica entre áreas urbanas e periféricas. O estudo também analisou a infraestrutura urbana para localizar espaços para o desenvolvimento de áreas verdes e mitigar os efeitos das ilhas de calor. Além disso, explorou tecnologias de refrigeração urbana. Essas metodologias visam caracterizar Coari e desenvolver estratégias para reduzir os impactos das ilhas de calor, melhorando a qualidade de vida na cidade.

Palavras-chave Ilhas de calor; Microclimática; Conforto térmico; Infraestrutura urbana; Qualidade de vida.

ABSTRACT: Coari, located in the Amazon, Brazil, between the Solimões River and Lake Coari-Mamiá, has an equatorial climate with a hot summer and a rainy winter. High temperatures cause thermal discomfort, especially in the urban center. To investigate the local climate, a microclimatic study was conducted, divided into two phases: data collection and mapping of heat islands. The methodology included the use of satellite imagery, particularly from Landsat 8, with thermal infrared sensors to assess surface temperatures and identify green areas, densely populated regions, and bodies of water. The identification of heat islands was based on the temperature difference between urban and peripheral areas. The study also analyzed urban infrastructure to locate spaces for the development of green areas and mitigate the effects of heat islands. Additionally, it explored urban cooling technologies. These methodologies aim to characterize Coari and develop strategies to reduce the impacts of heat islands, improving the quality of life in the city.

Keywords: Heat islands; Microclimate; Thermal comfort; Urban infrastructure; Quality of life.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento urbano no século XX causou grandes transformações nas cidades, alterando a paisagem natural e gerando desequilíbrios ecológicos (Gomes; Amorim, 2003). Esse desenvolvimento desordenado prejudicou a qualidade de vida, levando a estudos sobre o clima urbano, já que a maioria da população mundial vive em áreas urbanas sujeitas à degradação ambiental. Um dos fenômenos relacionados é a Ilha de Calor Urbano (ICU), resultado da densidade populacional, construções e uso do solo nas cidades (Teobaldo Neto; Amorim, 2019).

¹ Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: fndiniz@ufam.edu.br

² Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: macouto@ufam.edu.br

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Em países tropicais, as ICUs representam uma ameaça ao conforto térmico e à saúde da população. Segundo Oke (1982 apud Teobaldo Neto; Amorim, 2019), a ICU é uma anomalia térmica presente em quase todas as áreas urbanas estudadas. A radiação solar, essencial para processos naturais como transpiração e fotossíntese, é intensificada nas cidades pelo uso de materiais que absorvem calor, crescimento populacional e falta de planejamento adequado (Amorim, 2019).

As cidades possuem um clima próprio, diferente das áreas rurais, e a urbanização altera o uso do solo, modificando a paisagem. Este estudo analisa a presença e os impactos das ICUs em Coari-AM, uma cidade de médio porte no Amazonas, e propõe estratégias de mitigação por meio da preservação e ampliação de áreas verdes.

A escassez de áreas verdes nos centros urbanos resulta em problemas como o aumento da poluição do ar, maior risco de inundações e variações extremas de temperatura. Com a crescente degradação ambiental, os estudos sobre o clima urbano são cada vez mais relevantes (Amorim, 2019). Pesquisas sobre ICUs são essenciais para orientar políticas de planejamento urbano que visem reduzir os efeitos desse fenômeno (Amorim; Cardoso, 2015).

Embora esses estudos possam fundamentar um planejamento urbano mais sustentável, suas conclusões nem sempre são aproveitadas pelo poder público, seja pela falta de interesse ou detalhamento insuficiente. As mudanças climáticas nas cidades, especialmente em áreas tropicais, tornam essas pesquisas vitais para a preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida urbana (LUCENA, 2013).

Coari-AM, com seu clima equatorial quente e úmido, tem particularidades em suas áreas urbanas e rurais. Localizada às margens do Rio Solimões, a cidade possui poucas áreas verdes, o que agrava o desconforto térmico da população, causado pelas altas temperaturas e umidade. Assim, é crucial estudar o clima urbano de Coari para promover políticas ambientais que incentivem o plantio de árvores e a criação de espaços verdes, mitigando os efeitos das ICUs.

O objetivo deste estudo é analisar a infraestrutura urbana de Coari-AM e identificar espaços para a criação de áreas verdes, visando mitigar a formação de ilhas de calor. Para isso, os objetivos específicos incluem mapear as áreas verdes existentes, identificar as ilhas de calor e propor locais com potencial para novas áreas verdes.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa se baseia na teoria do Sistema Clima Urbano (SCU) de Monteiro (2009), que vê o clima urbano como um sistema interativo entre a cidade e o clima local. Esse sistema analisa os efeitos e causas do clima em áreas urbanas, relacionando-os à urbanização. A teoria aborda questões como poluição do ar, inundações e ilhas de calor, e destaca a importância da percepção humana na avaliação desses fenômenos. O SCU divide-se em subsistemas, como o Conforto Térmico, influenciado por temperatura, ventilação e umidade, que impactam a qualidade de vida urbana. A Qualidade do Ar, outro subsistema, afeta diretamente o ambiente urbano, enquanto Meteoros de Impacto, como tempestades, podem alterar a dinâmica urbana (Monteiro, 2011).

No estudo proposto, utiliza-se um método quantitativo para explicar as variações climáticas de Coari com base em dados climatológicos. A pesquisa segue princípios da Climatologia Geográfica e dos estudos urbanos brasileiros, dividindo-se em duas fases: coleta e organização de dados, e seu processamento para

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

mapear as ilhas de calor e propor medidas mitigadoras. Uma revisão sistemática da literatura foi feita para embasar o estudo, com foco na produção acadêmica relacionada ao tema.

2.1 Procedimento de Análise de Dados

Os métodos utilizados incluem pesquisa bibliográfica e documental, aquisição de imagens de satélite, identificação de ilhas de calor e análise da infraestrutura urbana para criação de novas áreas verdes. A análise crítica de fontes acadêmicas e relatórios urbanos foi integrada ao planejamento urbano e climatologia, estabelecendo uma base teórica sólida.

2.2 Aquisição de Imagens

Imagens do satélite Landsat 8, obtidas entre junho de 2022 e julho de 2023, foram usadas para estimar a temperatura da superfície em Coari. As imagens foram processadas com o software QGIS 3.16 e apoiadas por dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A análise incluiu a utilização de bandas visíveis e infravermelho médio, além da banda termal do sensor TIRS, para calcular as variações de temperatura.

2.3 Identificação das Ilhas de Calor

A análise das ilhas de calor foi realizada por meio de imagens de satélite, com a temperatura da superfície sendo extraída da banda termal. Os dados foram transformados em camadas vetoriais, sobrepostas a outras informações, como índices de vegetação. O cálculo das ilhas de calor baseia-se na diferença de temperatura entre áreas urbanas e rurais, conforme Barros e Lombarto (2016). O processamento no QGIS incluiu a correção geométrica, mosaico e recorte da área de estudo.

2.4 Análise da Infraestrutura Urbana e Áreas Verdes

A análise das áreas verdes seguiu um planejamento ambiental, considerando objetivos, metas e restrições. As áreas verdes foram identificadas com base em critérios como proximidade a locais prioritários (praças, escolas, hospitais), áreas com maior variação térmica e conectividade com corredores ecológicos. O mapeamento foi realizado no QGIS 3.16, gerando mapas que indicam potenciais locais para a implantação de áreas verdes, com alternativas de acordo com a importância ambiental e viabilidade encontrada.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de Coari, localizado no estado do Amazonas, tem características ambientais singulares, tanto no meio urbano quanto no rural. Situado na subárea do Médio Solimões, Coari está aproximadamente nas coordenadas 4° 45' e 5° 05' de latitude sul e 63° 8' 34" de longitude oeste, com uma altitude média de 46 metros. Sua hidrografia é marcada pelos rios Solimões e Urucu, além dos lagos Coari, Mamiá e Aruã. O município foi criado em 1932 e, em 1983, foram descobertas reservas de petróleo e gás natural, que impulsionaram sua economia. Atualmente, Coari possui o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) do estado do Amazonas, graças à extração de petróleo e gás na base petrolífera de Urucu.

Coari tem um clima equatorial quente e úmido, com precipitações anuais superiores a 2.000 mm e médias de temperatura e umidade de 27°C e 84%, respectivamente. Sua riqueza natural e o desenvolvimento

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

econômico recente posicionam Coari como uma das cidades com maior potencial de crescimento no Amazonas.

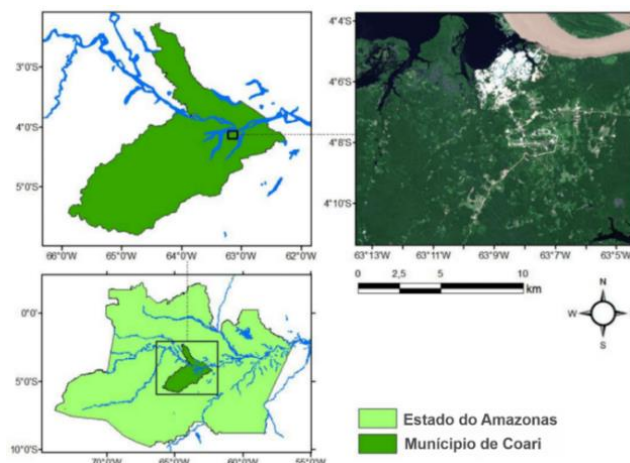


Figura 1. Localização do Município de Coari/AM. Fonte: Guilherme, Biudes, Mota e Musis (2020)

3.2 Mapeamento das Áreas Verdes

O levantamento das áreas verdes urbanas de Coari foi realizado usando o software QGIS 3.24, com imagens de satélite de alta resolução (50 cm). A escala de detalhamento foi de 1:1000, e as imagens georreferenciadas foram fornecidas pela Digital Globe (Google). A identificação das áreas verdes foi feita através de fotointerpretação, categorizando as paisagens em regiões densamente urbanizadas, áreas com vegetação densa e esparsa, solo exposto e corpos d'água.

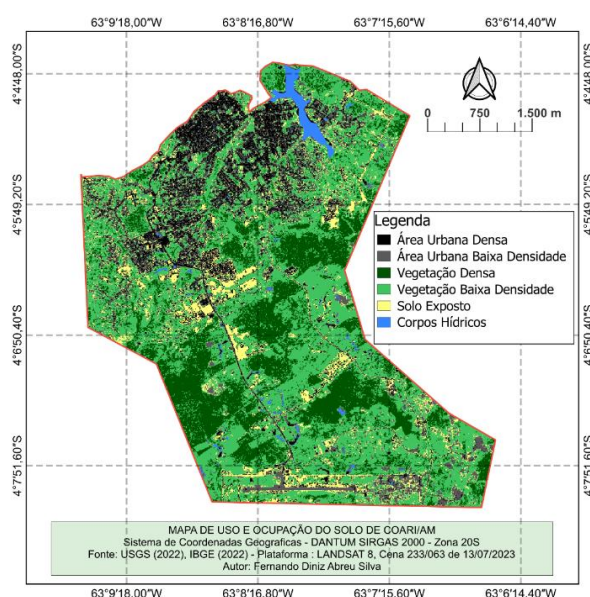


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo de Coari / AM. Fonte: Base Cartográfica e USGS (IBGE, 2023).

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

3.3 Aquisição de imagens

Para mapear as ilhas de calor em Coari, foram usadas imagens orbitais do satélite Landsat 8, obtidas pelo site do United States Geological Survey (USGS), com o sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor). As imagens foram selecionadas com base na ausência de nuvens, garantindo a precisão da análise.

Tabela 1. Imagens orbitais.

Data da Imagem	Órbita/Ponto
13/07/2022	233/063
11/08/2022	233/063
21/09/2022	233/063
14/10/2022	233/063
24/11/2022	233/063
26/12/2022	233/063
13/01/2023	233/063
12/02/2023	233/063
23/03/2023	233/063
24/04/2023	233/063
19/05/2023	233/063
27/06/2023	233/063

Fonte: United States Geological Survey (USGS) (2023)

3.4 Fusão de Imagens

A técnica de fusão de imagens foi aplicada para combinar a banda pancromática de alta resolução (15m) com as bandas de menor resolução (30m), melhorando a visualização e interpretação da área urbana. O método utilizado foi o Intensidade-Matiz-Saturação (IHS), amplamente reconhecido pela sua eficiência na fusão de imagens. O software QGIS 3.16 Hannover foi empregado para realizar essa fusão, possibilitando uma análise mais detalhada da área de estudo.



Figura 3. Imagem Bruta (Landsat resolução espacial de 30m)

Fonte: United States Geological Survey (USGS) (2023)

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

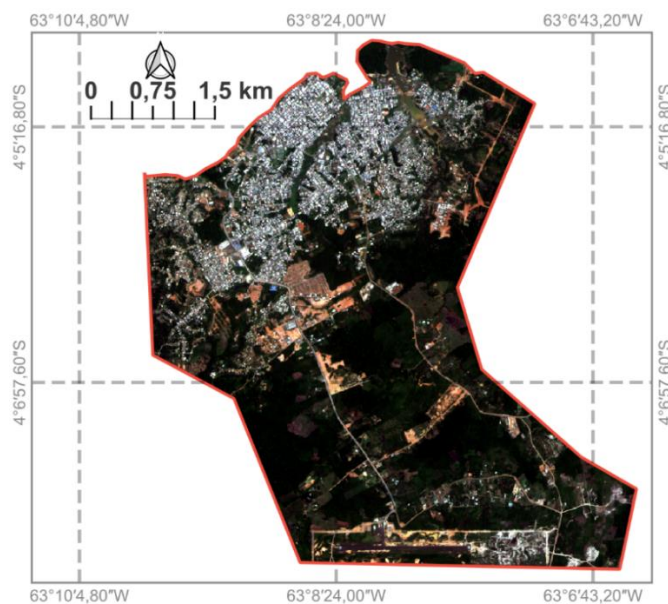


Figura 4. Imagem Fusionada (resolução espacial de 15m).
Fonte: United States Geological Survey (USGS) (2023)

3.5 Temperatura de Superfície

São geradas imagens de temperatura de superfície (TS) utilizando-se a banda 10 (termal) do satélite Landsat-8, com o sensor TIRS, que possui resolução espacial de 30 metros. Para gerar essas imagens, utiliza-se a ferramenta "calculadora raster" implementada no Sistema de Informação Geográfica (SIG), inserindo a Equação 1, proposta pelo USGS (2023). Essa equação converte os níveis de cinza da imagem em radiância:

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Onde:

- L_{λ} = Radiância espectral no topo da atmosfera ($W/m^2 \cdot sr \cdot \mu m$)
- M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 ($3.3420E-04$)
- Q_{cal} = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN (banda 10)
- A_L = Fator de redimensionamento aditivo da banda 10 (0.10000)

Após gerar a imagem de radiância, converte-se esse resultado em temperatura de superfície (TS). Inicialmente, a imagem de temperatura é obtida em Kelvin. De acordo com Coelho e Correa (2013), a conversão para graus Celsius requer a subtração de 273,15, conforme a Equação 2, proposta pelo USGS (2015):

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} - 273,15 \quad (2)$$

Onde:

- T_s = Temperatura de superfície em °C

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

- K_1 = Constante de calibração 1 (774.89 W/m²·sr·μm)
- K_2 = Constante de calibração 2 (1321.08 K)
- L_λ = Radiância espectral (W/m²·sr·μm)

Para simplificar o cálculo, as equações 1 e 2 podem ser combinadas:

$$T_c = \frac{1321.08}{\ln\left(\frac{774.89}{3.3420E-04 \cdot \text{banda10.tif} + 0.10000} + 1\right)} - 273.15$$

Para melhorar a precisão da temperatura da superfície, deve-se aplicar a correção atmosférica. A equação para essa correção é a seguinte:

$$T_{corr} = \frac{T_s - T_{atm}}{1 + \left(\varepsilon \cdot \tau \cdot \frac{L_{atm}}{L_\lambda}\right)} \quad (3)$$

Onde:

- T_{corr} = Temperatura corrigida da superfície
- T_{atm} = Temperatura atmosférica (K)
- ε = Emissividade da superfície
- τ = Transmissividade atmosférica
- L_{atm} = Radiância atmosférica

Essa correção é necessária para compensar os efeitos de absorção e emissão de radiação pela atmosfera, garantindo maior precisão nas estimativas de temperatura da superfície.

O passo seguinte é reclassificar o resultado em 07 faixas de temperatura, a saber:

Quadro 1. Faixas de temperatura

< 28°C
28° - 30°C
30° - 32°C
32° - 34°C
34° - 36°C
36° - 38°C
> 38°C.

Fonte: Autor (2024)

Essas imagens de temperatura de superfície foram geradas para um período de 12 meses, permitindo uma análise temporal detalhada das variações térmicas na área urbana de Coari.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

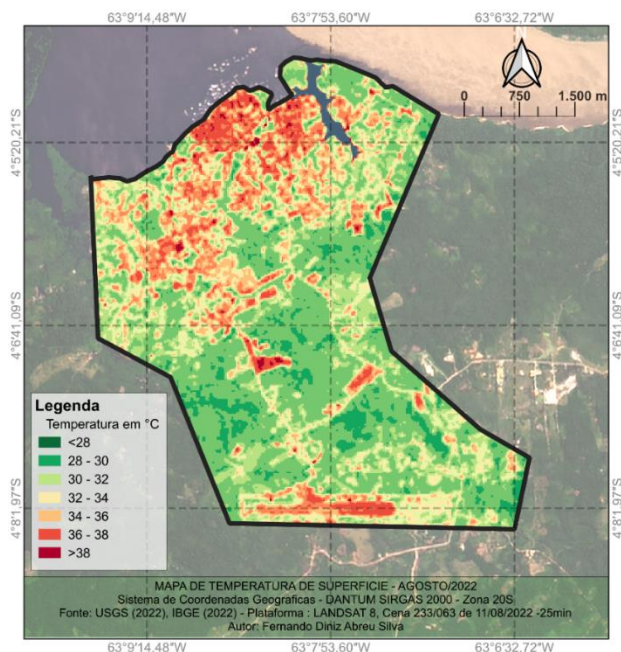


Figura 5. Mapa de temperatura de superfície - agosto / 2022
Fonte: USGS (2022); IBGE (2022); Plataforma LANDSAT 8.

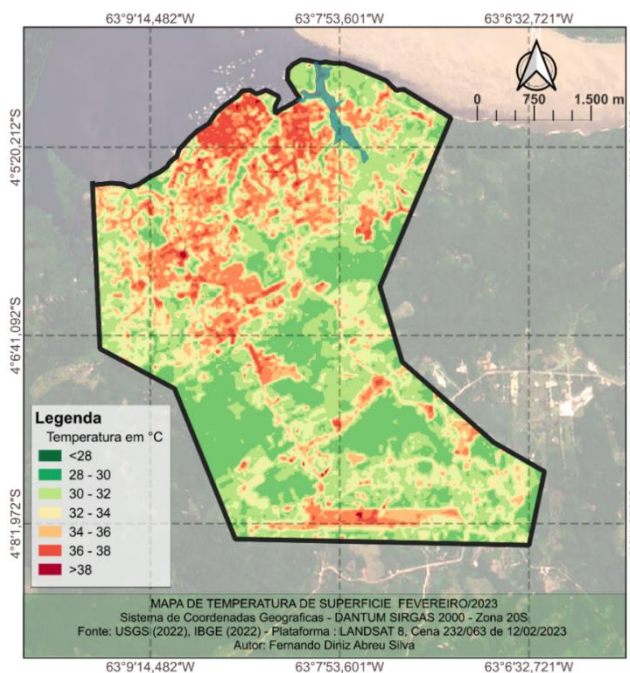


Figura 6. Mapa de temperatura de superfície - fevereiro / 2023
Fonte: USGS (2023); IBGE (2023); Plataforma LANDSAT 8

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM
24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

Assim, realiza-se a análise comparando as imagens obtidas nos 12 meses de estudo, através de sobreposição de mapas de superfície de julho de 2022 a junho de 2023.

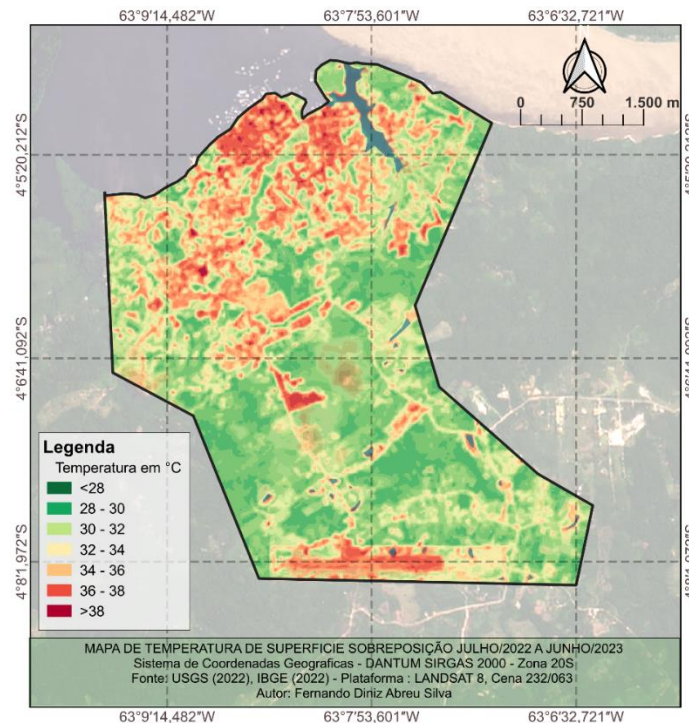


Figura 7. Sobreposição de mapas de superfície de julho de 2022 a junho de 2023. Fonte: USGS (2022/2023); IBGE (2022/2023); Plataforma LANDSAT 8

O cálculo da Ilha de Calor Urbana (ICU) é baseado no estudo de Barros e Lombardo (2016), que mede as diferenças de temperatura entre áreas urbanas e seus arredores, determinando o delta de temperatura (ΔT).

Tabela 1. Classificação termal

Ilha de Calor	$\Delta T > 8^\circ\text{C}$
---------------	------------------------------

Fonte: Barros e Lombardo (2016)

No Mapa de Sensação Térmica da Área Urbana de Coari/AM, observa-se que, nas zonas periféricas, as temperaturas variam entre 28 e 30°C, com algumas áreas abaixo de 28°C. Em contraste, nas regiões centrais urbanizadas, os valores vão de 34°C a mais de 38°C, resultando em uma diferença de até 10°C, confirmando a existência de ilhas de calor urbano.

As temperaturas mais altas estão concentradas no centro comercial, enquanto as mais baixas se encontram nas áreas periféricas, especialmente ao sul, onde variam entre 28 e 30°C. Na área urbana, predominam temperaturas entre 30 e 36°C, chegando a 38°C em alguns pontos. A região próxima ao centro comercial, incluindo os bairros Tauá-Mirim, Espírito Santo e Chagas

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

Aguiar, apresenta temperaturas elevadas (30 a 38°C), devido à intensa urbanização, pavimentação asfáltica, atividades comerciais e falta de áreas verdes.

A imagem térmica do Landsat 8 permite inferir que essa área é característica de ilha de calor, especialmente pelas altas temperaturas e pela densa ocupação urbana.

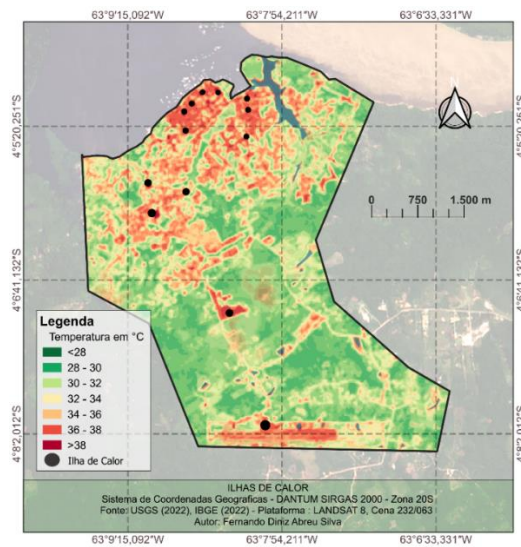


Figura 8. Identificação de ilhas de calor na área urbana em mapa termal. Fonte: USGS (2022/2023); IBGE (2022/2023); Plataforma LANDSAT 8

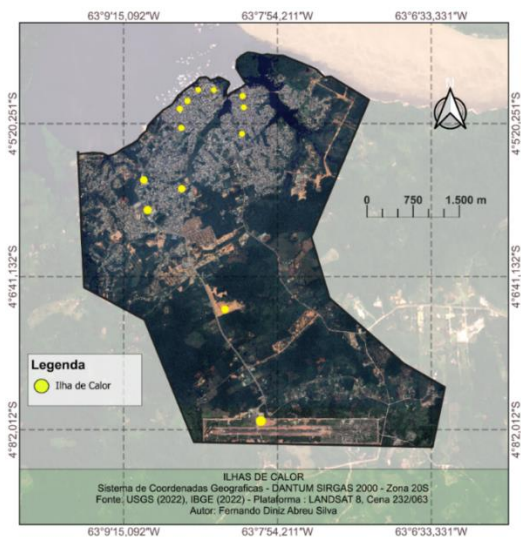


Figura 9. Identificação de ilhas de calor. Fonte: USGS (2022/2023); IBGE (2022/2023); Plataforma LANDSAT 8

A presença notável da ilha de calor nesta região é intrinsecamente ligada à interação complexa entre a impermeabilização do solo, resultante das estruturas aeroportuárias, e a perda de cobertura vegetal, uma vez que o desmatamento afeta negativamente a capacidade de

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

regulação térmica natural. Consequentemente, essa combinação de fatores culmina em um aumento significativo das temperaturas locais, cuja manifestação é claramente destacada nas imagens retratadas nas figuras fornecidas.

De acordo com Gartland (2011), as estratégias fundamentais para combater os impactos das ilhas de calor, tais como a instalação de coberturas com propriedades de resfriamento, pavimentos que reduzem a absorção de calor e o aumento da vegetação arbórea, encontram desafios consideráveis em sua aplicação generalizada na indústria da construção. Nos Estados Unidos, é notável que menos de 10% das edificações possuam coberturas com tecnologias de resfriamento. Quanto aos pavimentos de baixa temperatura, exceto no caso do concreto, sua adoção é praticamente inexistente, e o concreto abrange menos de um quarto das áreas pavimentadas. Embora a incorporação de árvores e vegetação tenha alcançado certo êxito, permanece uma lacuna estimada de 634,4 milhões de árvores urbanas nos Estados Unidos da América (EUA).

Nesse sentido, para delinear as áreas com potencial para promover o crescimento de novos espaços verdes, é necessário adotar um processo lógico de planejamento ambiental. A coleta de informações pertinentes sobre o estado do ecossistema desempenhou um papel crucial, bem como a análise das possibilidades e limitações associadas aos espaços verdes, além da avaliação das atividades humanas que impactam ou são impactadas pelo entorno ambiental adjacente, coexistindo com áreas de vegetação significativas.

A observação revela que o núcleo comercial e suas imediações se destacam por suas construções densas, pavimentação asfáltica e uma ampla gama de atividades comerciais. Essa área concentra a maioria dos pontos de ilhas de calor. Apesar da densidade e da depleção de recursos naturais resultantes da expansão da malha urbana no município de Coari, ainda há notáveis áreas de vegetação. Coari preserva bolsões de ambientes naturais de naturezas diversas em suas áreas internas (fragmentos florestais) e nas margens do rio Solimões e do lago de Coari. Nota-se que ocorrem interrupções substanciais na continuidade entre esses fragmentos, no entanto, identificam-se áreas com potencial para estabelecer uma rede de corredores verdes.

As áreas de infraestrutura urbana são minuciosamente localizadas, priorizando aquelas que ostentam notável vegetação, em particular árvores, ou exibem potencial para o desenvolvimento de flora. São considerados como espaços verdes as praças, parques e porções de ecossistemas remanescentes situados tanto em espaços públicos quanto privados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da cidade de Coari oferece uma visão detalhada de suas características geográficas e ambientais, destacando a influência do Rio Solimões e dos corpos d'água nas dinâmicas ambientais locais. A exploração de reservas de petróleo e gás natural trouxe desenvolvimento econômico e desafios urbanos, incluindo o surgimento de ilhas de calor urbano.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição

A pesquisa identificou áreas com maior intensidade de ilhas de calor, geralmente associadas a regiões urbanizadas, e explorou o potencial das áreas verdes para mitigar esses impactos. Corredores verdes potenciais foram identificados para conectar áreas verdes existentes e melhorar a qualidade de vida.

O estudo também destacou a importância de tecnologias como telhados verdes para a mitigação das ilhas de calor e a sustentabilidade ambiental. A pesquisa ressalta a necessidade de equilibrar o crescimento econômico com a conservação ambiental, visando um futuro mais promissor para Coari.

Para estudos futuros, recomenda-se aprofundar a investigação sobre ilhas de calor urbano em cidades de pequeno porte, o que pode melhorar o planejamento urbano e reduzir o desconforto térmico. A compreensão das dinâmicas urbanas pode contribuir para um ambiente mais sustentável e saudável, beneficiando a qualidade de vida nas cidades de pequeno porte.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. Mercator, Fortaleza, v.9, n.1, p.71-90, jan. 2011.

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V. Intensity of Urban Heat Islands in tropical and temperate climates. Climate, [s.l.], v.5, n.4, p.91-104, 2017.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Climatologia e gestão do espaço urbano. Mercator, Fortaleza, v.9, n.1, p.71-90, 2010.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ilhas de calor superficiais: frequência da intensidade e variabilidade espacial em cidade de clima tropical continental. GEO UERJ, Rio de Janeiro, n.34, v.1, p.1-18, 2019.

BARROS, Hugo Rogério; LOMBARDO, Magda Aadelade. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo/SP. GeoUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, v.20, n.1, p.160-177, 2016

DUMKE, Eliane Müller Seraphim. Clima urbano / conforto térmico e condições de vida na cidade: uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Curitiba (AURMC). 2007. 418 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. Sistemas orbitais de monitoramento e gestão territorial. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013.

GARTLAND, Lisa. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução Silva Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

GUILHERME, Adriano Pereira; BIUDES, Marcelo Sacardi; MOTA, Deniz dos Santos; MUSIS, Carlo Ralph de. Relação entre tipo de cobertura do solo e temperatura de superfície. **Sociedade & Natureza**, [S.L.], v. 32, p. 539-550, 10 ago. 2020. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v32-2020-47462>.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1º edição

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Cartas e mapas. 2023b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-municipais/31452-colecao-de-mapas-municipais.html>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades: 2022. Censo demográfico. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Coari / Amazonas:cidades. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/coari/panorama>. Acesso em: 31 maio 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Normais climatológicas. 2011. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=> Acesso em: 18 jan. 2023.

LOMBARDO, Magda Adelaide. Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

LUCENA, Andrews José de. Notas conceituais e metodológicas em clima urbano e ilhas de calor. Revista Continentes (UFRRJ), Rio de Janeiro, v.2, n.2, p.28-59, 2013.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. São Paulo: Contexto, 2009.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco (Orgs). Clima urbano. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. Serviço de Levantamento Geológico Americano. Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8 EUA. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em: 31 ago. 2023.

Realização:

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFAM

24 e 25 de Outubro de 2024, 1ª edição