

Temperatura Superficial Terrestre por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) no Município de Palmas - TO

Land Surface Temperature through Geographic Information Systems (GIS)
in the Municipality of Palmas, TO

Estéfane da Silva Lopes¹

 <https://orcid.org/0000-0002-1527-2960>

Resumo

A superfície terrestre representa a capacidade de a água infiltrar na superfície do solo. Em superfícies urbanas como, ruas asfaltadas, edificações sob solos impermeáveis, resistentes a permeabilidade e infiltração, levam à ocorrência de impactos distintos sobre o ambiente, dentre eles, o fenômeno de ilhas de calor. Tal fenômeno se caracteriza pelo aumento da temperatura nos centros urbanos em comparação ao entorno. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo investigar o impacto da vegetação para o aumento da Temperatura Superficial Terrestre por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) em setembro de 2024, no Município de Palmas – TO. Para tanto, verificar-se-á a intensidade de ilha de calor por meio um mapeamento de temperatura superficial, com imagem Landsat-08 (banda termal 10) e mapa de uso do solo, elaborados pelo software livre QGIS 3.30.1. Os resultados do processamento de dados permitiram verificar, o horário de maior intensidade para formações de ilha de calor, promover atualização do banco de dados de cadastro multifinalitário na Prefeitura Municipal de Palmas - TO. Os resultados evidenciaram produtos da correlação entre o aumento da Temperatura Superficial Terrestre com as tipologias de uso e ocupação solo urbano destacando: áreas permeáveis e impermeáveis para as localidades, contribuindo para o planejamento urbano do Município.

Palavras-Chave: Temperatura Superficial Terrestre; Sistema de Informações Geográficas. Palmas.

Abstract

The land surface represents the ability of water to infiltrate the soil surface. In urban surfaces such as asphalted streets, buildings on impermeable soils, resistant to permeability and infiltration, lead to the occurrence of different impacts on the environment, among them, the phenomenon of heat islands. This phenomenon is characterized by an increase in temperature in urban centers compared to the surrounding area. Therefore, this work aims to investigate the impact of vegetation on the increase in Earth Surface Temperature through the Geographic Information System (GIS) in September 2024, in the Municipality of Palmas – TO. To this end, the intensity of the heat island will be verified through surface temperature mapping, with a Landsat-08 image (thermal band 10) and a land use map, prepared by the free software QGIS 3.30.1. The results of data processing made it possible to verify the time of greatest intensity for heat island formations, promoting updating of the

¹ Engenheira Civil, Msc.e Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo, estefane_lopes@hotmail.com

multipurpose registration database at the Municipal City Hall of Palmas - TO. The results showed products of the correlation between the increase in the Land Surface Temperature with the typologies of urban land use and occupation, highlighting: permeable and impermeable areas for the localities, contributing to the urban planning of the Municipality.

Keywords: Earth Surface Temperature; Geographic Information System. Palmas.

Introdução

Ao se estimar que mais de 68% da população mundial deverá viver nas áreas urbanas até 2050 (ONU, 2018), há que se considerar que o padrão de urbanização em curso acentuará os problemas que já ocorrem nas cidades, impactando a maioria dos seres humanos. Dentre estes problemas, a alteração do clima urbano tem sido preocupação constante em diversos estudos (CHEN et al. 2006; NASCIMENTO, 2011). Nakata-Osaki et al. (2018) afirmam que o crescimento populacional em áreas urbanas impulsiona os estudos de clima urbano por dois importantes motivos: verificar os efeitos da urbanização no clima e garantir um ambiente agradável e saudável para a população urbana.

Da formação das cidades ao crescimento dos aglomerados urbanos, viram-se inúmeros e distintos processos, cuja base de transformação econômica e tecnológica se ancoraram em desigualdades sócio espaciais com reflexo sobre a natureza. Todavia, o modelo de desenvolvimento ocorreu de forma desordenada e, por vezes, essas desigualdades revelaram ausência de preocupações ambientais e de acesso universal à infraestrutura básica. Por consequência, a cidade e seus núcleos urbanos em particular passaram a conviver com problemas estruturais que prejudicam a qualidade de vida ambiental.

Assim a urbanização transformou as cidades em áreas adensadas com menor quantidade de vegetação e maior quantidade de superfícies artificiais diversas. Consequentemente, a perda de vegetação aumenta o armazenamento de calor na camada de solo que, por sua vez, contribui para a elevação de temperatura do ar em áreas urbanas (OKE, 1987)

Ao se estimar que mais de 68% da população mundial deverá viver nas áreas urbanas até 2050 (ONU, 2018), há que se considerar que o padrão de urbanização em curso acentuará os problemas que já ocorrem nas cidades, impactando a maioria dos seres humanos. Dentre estes problemas, a alteração do clima urbano tem sido preocupação constante em diversos estudos (CHEN et al. 2006; NASCIMENTO, 2011). Nakata-Osaki et al. (2018) afirmam que o crescimento populacional em áreas urbanas impulsiona os estudos de clima urbano por dois importantes motivos: verificar os efeitos da urbanização no clima e garantir um ambiente agradável e saudável para a população urbana.

Diante do aumento da temperatura nas cidades é importante que planejadores considerem os efeitos adversos à saúde tais como problemas respiratórios devido ao aumento do nível do ozônio, estresse térmico e mortalidade induzida por calor em suas estratégias de planejamento.

Assim, é cada vez mais necessário nos estudos sobre clima urbano compreender como o aumento desse gradiente construtivo adensado (edifícios, ruas, obras de infraestrutura etc.) afetam o ambiente.

Segundo Oke (1981), a baixa permeabilidade provocada devido ao uso de pavimentação, que vem sendo substituída pela impermeabilização, provocando a diminuição das áreas verdes, modificando assim o balanço de energia térmica e conseqüentemente alterando as trocas térmicas entre as superfícies e o meio. Nesse contexto, a vegetação visa reduzir os extremos ambientais, pois tende a estabilizar a temperatura do ar e filtrar os poluentes atmosféricos, além de proporcionar melhor ventilação urbana (DUARTE, 2002).

Uma vez que o tema tem recebido maior atenção desde os últimos anos do século XX, o fenômeno de ilhas de calor urbanas (ICU ou UHI, em inglês Urban Heat Island), segundo Iping et al. (2019), pode ser definido como a diferença observada na temperatura ambiente entre áreas urbanas centrais com relação às periféricas.

Nos Estados Unidos existe uma preocupação entre estados e municípios, onde muitos Governos locais estão cada vez mais interessados em proteger e preparar as pessoas do fenômeno ilhas de calor urbanas, aplicando os princípios de controle ambiental para mitigar ilhas de calor urbanas (EPA, 2020).

No Brasil, a importância de estudos desta natureza também é latente. Como o país possui poucos estudos sobre ilhas de calor urbanas (DORIGON E AMORIM, 2019) torna-se relevante a ampliação deste fenômeno nas diferentes cidades e regiões brasileiras, para que estes possam ser utilizados pelo poder público.

Dentre os fatores que afetam a intensidade do fenômeno ilhas de calor urbanas, Rajagopalan et al. (2014) os classificam em dois grupos: o primeiro que envolve aspectos meteorológicos tais como velocidade e direção do vento, umidade e cobertura de nuvens. O segundo grupo refere-se a fatores relacionados ao projeto da cidade tais como densidade das áreas construídas, pavimentação e cobertura vegetal.

Para comprovar os efeitos das ilhas de calor, o hemisfério Norte registrou recordes de temperatura e os meses entre junho e agosto foram os mais quente registrados. Já em outubro de 2020 uma onda de calor atingiu São Paulo, no Brasil, registrando máxima de 37,4 °C, a maior temperatura do ano (INMET, 2024). Em setembro de 2023, a National Oceanic and Atmospheric Administration (2023) informou que todos os países da Terra registraram, o mês mais quente no registro climático global, com um aumento na temperatura média global de 1,44°C. Segundo a Global Heat Health Information Network (2023), o calor é uma questão que impacta diretamente a saúde global, visto que a saúde das pessoas expostas a um clima em constante mudanças é de crucial preocupação. Em setembro de 2024, Palmas – TO registrou a maior temperatura do país pelo segundo dia consecutivo com 41,5°C e 41,6° C (INMET, 2024).

Em meio a tamanha problemática ambiental surge o de Sistema de Informações Geográficas

(SIG) após a revolução informacional e a evolução da informática, com novas possibilidades de análises estratégicas para o auxílio na tomada de decisão. A possibilidade de visualização dos resultados das análises, especialmente em um mapa, faz com que a compreensão por intermédio do analista seja de forma facilitada e clara, o processamento dos dados que foram analisados é proveniente de programas.

O QGIS é um programa de Sistema de Informação Geográfica com código aberto e licenciado sob a Licença Pública Geral GNU. O QGIS, como também é chamado, é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Pode ser utilizado em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android, segundo o site QGIS.org. No site também consta, que o mesmo pode ser utilizado tanto para dados vetoriais quanto para formatos matriciais e apresenta diversas funcionalidades, permitindo a construção de banco de dados geográficos. Fornece um número crescente de recursos fornecidos por funções básicas e “plugins” (FOCHI, 2015).

Segundo dados obtidos pelo Plano de Arborização de Palmas – TO (2016), para estimar o número de indivíduos arbóreos necessários para a arborização dos outros elementos urbanos da cidade (canteiros, rotatórias e áreas verdes não edificantes), foram utilizados índices específicos para cada uma desses locais, considerando as diferentes estruturas urbanas passíveis de arborização, estima-se que seja necessário o emprego de aproximadamente 280.916 mil mudas para cobrir o déficit da arborização desses vazios urbanos, conforme Quadro 1, onde : Índice de indivíduos arbóreos (IR), índice ideal de arborização adotado (IA), diferença em relação ao índice encontrado e o índice adotado, estimativa do comprimento das ruas/avenidas ou área da quadra e o déficit arbóreo para cada uma das localidades e elementos urbanos amostrados em Palmas.

Quadro 1: Déficit arbóreo para o Município de Palmas – TO

Local/Setor	Índice Encontrado (Ir)	Índice Ideal adotado (Ia)	Diferença D=(Ir-Ia)	Km de rua/avenida ou Área da quadra (ha)	Déficit arbóreo (indivíduos)
RUAS					
ARNO	48,6 ind./km	200	-151,4	68,7	-10,401
ARSO	69,5 ind./km	200	-130,5	131,44	-17,153
ARNE	68,2 ind./km	200	-131,8	67,36	-8,878
ARSE	94,5 ind./km	200	-105,5	146,68	-15,475
Aureny/Taquaralto	44 ind./km	200	-156	280,22	-43,714
Taquaruçu	70,1 ind./km	200	-129,9	22	-2,858
Buritirana	47,9 ind./km	200	-152,1	6	-913
Total Parcial	-	-	-	-	-99,392
AVNE					
ARNO	10,41 ind./ha	41,6 ind./ha	-31,2	432,01	-13,479
ARSO	10,83 ind./ha	41,6 ind./ha	-30,8	1062,85	-32,736
ARNE	7,9 ind./ha	41,6 ind./ha	-33,7	451,63	-15,220
ARSE	10,64 ind./ha	41,6 ind./ha	-31	1.168,86	-36,235
Total Parcial	-	-	-	-	-97,670
CANTEIROS					
Juscelino Kubitschek	80,4 ind./km	167,5 ind./km	-87,1 ind./km	5,30	-462
LO's e NS's	60,7 ind./km	167,5 ind./km	-106,8 ind./km	211,31	-22,565

Teotônio Segurado	306,4 ind./km	703,1 ind./km	-396,7 ind./km	13,5	-5,356
Taquaralto/Aureny	105,5 ind./km	142,8 ind./km	-37,3 ind./km	53,92	-2,011
Tota Parcial	-	-	-	-	-30,394
ROTATÓRIAS					
Rotatórias 60m	9,2 ind./rot.	44 ind./rot.	-34,8 ind./rot.	-	-2,506
Rotatórias 80m	17,3 ind./rot	79 ind./rot.	-61,7 ind./rot.	-	-4,134
Total Parcial	-	-	-	-	-6,640

Fonte: Plano de Arborização de Palmas – TO (2016)

Segundo dados obtidos pelo Plano de Arborização de Palmas – TO (2016), o diagnóstico da arborização urbana de Palmas demonstrou existir inúmeros locais passíveis a serem arborizados, como ruas, estacionamentos, canteiros centrais e rotatórias, que apresentam condições físicas adequadas para a implantação da vegetação e comportam uma diversidade de espécies de vários portes.

Justificativa e relevância

Luan et al. (2020) afirmam que a ausência de cobertura vegetal é a determinante mais importante para a formação de ilhas de calor urbanas, e as ações antropogênicas estão tomando destaque cada dia maior em escala global, atuando na supressão da vegetação. Ainda segundo os autores, diante da complexidade e a importância dos estudos das superfícies urbanas e seu impacto na formação do fenômeno ilhas de calor urbanas torna-se necessário maior aprofundamento na análise dos bairros para a formação do fenômeno ilhas de calor, propondo a inclusão de novos parâmetros evidenciando as vantagens do uso do Sistema de Informações Geográficas para o estudo.

Para Lopes et.al., (2022) áreas sem arborização apresentaram temperaturas maiores e decréscimo com relação ao teor de umidade relativa, com diferença média de 2,8 °C em relação a temperatura em áreas arborizadas. Diante disso, não se pode ignorar que estas áreas verdes são decisivas na manutenção de boas condições de vida da população.

Este estudo é socialmente relevante ao enfrentar desafios relacionados ao Sistema de Informações Geográficas (SIG). Ao proporcionar facilidade e rapidez ao processamento de dados. Este estudo apresenta relevância científica ao propor uma metodologia inovadora para o Município de Palmas, considerando caráter propositivo para enfrentamento das questões climáticas em ambientes urbanos.

Objetivos

Objetivo geral

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é investigar o Aumento da Temperatura Superficial Terrestre por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) em setembro de 2024, no Município de Palmas – TO.

Objetivos específicos

- Elaborar mapas de temperatura superficial e ilha de calor (setembro/2024) por meio de ferramentas SIG para todo Município de Palmas;
- Atualizar o banco de dados de cadastro multifinalitário da Prefeitura Municipal de Palmas-TO;
- Incentivar o plantio de árvores (espécies típicas do cerrado) de copas largas, de forma a obter densos cinturões verdes em rotatórias e canteiros;
- Promover palestras e debates envolvendo profissionais da área.

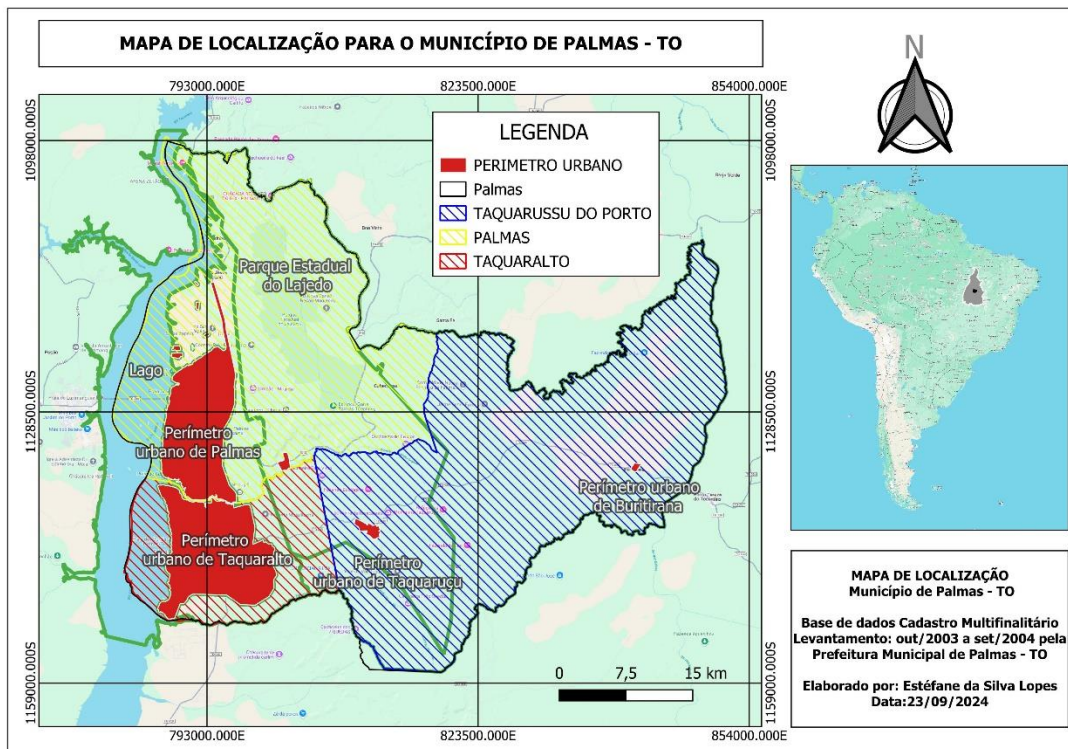
Metodologia

A pesquisa trata-se de um estudo de caso que confronta as condições da permeabilidade urbana e a ocorrência de ilhas de calor em uma área do Município de Palmas – TO por meio de ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Para tal, foi escolhida uma área do Município de Palmas com maior adensamento urbano e consequente impermeabilização das superfícies. Definida a área de estudo do bairro, foi elaborado o mapa de temperatura de superfície (setembro/2024), bem como análises dos resultados e plantio de árvores nos canteiros e rotatórias do perímetro urbano do Município de Palmas, para posterior apresentação dos resultados a comunidade, prefeitura e sugestão de atualização do banco de dados de cadastro multifinalitário da prefeitura.

Caracterização e Escolha da área de estudo

O município de Palmas está localizado na mesorregião oriental do estado do Tocantins, microregião de Porto Nacional, tendo sido fundado em 20 de maio de 1989 e instalado em 1º de janeiro de 1990. O município tem altitude máxima próxima a 600 metros em relação ao nível do mar, e ocupa uma área aproximada de 2.218 Km², estando dividido em três unidades territoriais: o Distrito de Palmas (sede do município, altitude média de 260 metros), Taquaralto e Taquaruçu (Lei 544 de 1995; Teixeira, 2009) conforme Figura 1.

Figura 1: Mapa de Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Segundo dados do Seplan (2012) e INMET (2024), o clima na região é classificado como C2wa“a” (clima úmido, subúmido, com moderada deficiência hídrica no inverno), sendo caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa, entre os meses de outubro a abril; e outra seca, entre os meses de maio a setembro. O índice pluviométrico varia de 1.500 a 1.900 mm/ano, sendo janeiro o mês mais chuvoso (246 mm) e julho o mais seco, com pluviosidade quase nula. A temperatura média anual é de 26 °C, sendo setembro o mês mais quente, com média máxima de 36 °C e julho o mais frio, com média mínima de 15,5 °C.

Palmas, foi uma cidade planejada, porém foi escolhida pelo fato de possuir períodos de temperaturas elevadas. Em setembro de 2024, Palmas – TO registrou a maior temperatura consecutiva do país com máximas entre 41,5°C e 41,6° C (INMET, 2024), trazendo desconforto a qualidade de vida de toda a sociedade.

Elaboração do Mapa de Superfície (Setembro de 2024)

Para o levantamento da temperatura superficial terrestre, foram empregadas as imagens Landsat 8, por possuírem melhor resolução espacial (100m), espectral, temporal e radiométrica em suas bandas termais, dentre as imagens de satélite disponíveis gratuitamente. Optou-se em utilizar a banda termal

10, pois é a banda em que contem registros termais da superfície. O horário de passagem do Landsat 8 sob a área em estudo é por volta das 13h, horário bastante pertinente para o estudo, uma vez que Zhou et al. (2014) afirmam que as ilhas de calor urbanas são mais intensas durante o dia, especialmente para as regiões tropicais. As imagens foram obtidas no catálogo de imagens do United States Geological Survey–Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), em sua homepage (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Após seleção e coleta das imagens, e procedimentos de pré-tratamento (registro, mosaico e máscara do recorte da área de estudo), elaborara o campo térmico superficial com o auxílio do software QGIS 3.30.1, a partir das orientações de Chander et al. (2009) e Coelho e Correa (2013), descritas na sequência.

Inicialmente foram obtidos os valores para temperatura de superfície em escala Kelvin, conforme indicado pela Equação 1, também sugerida pelo autor supracitado. Logo em seguida, fez se a conversão dos valores para graus Celsius (-273,15).

$$\frac{T=K2}{Ln \times (k1L\lambda + 1)} \quad (\text{Equação 2})$$

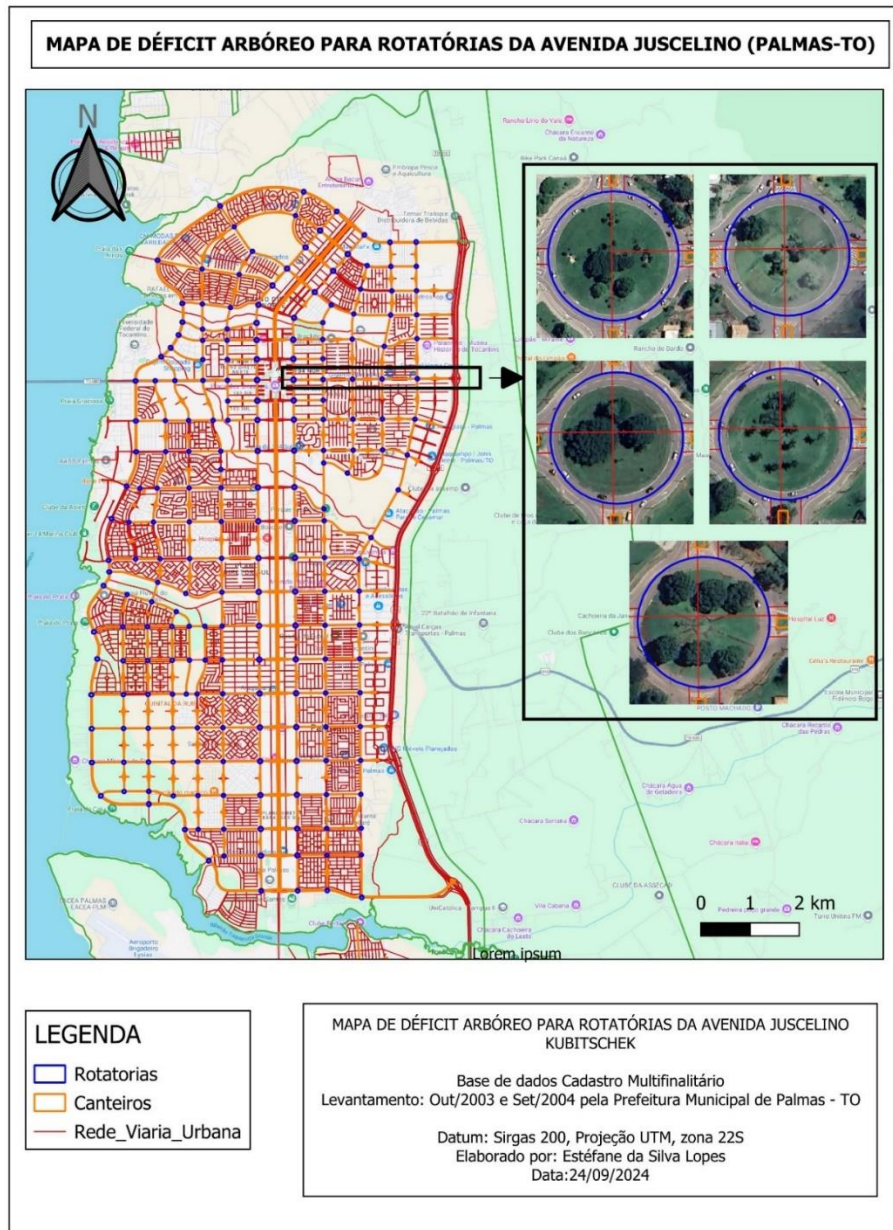
Onde:

T = Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K)
K2 = Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K)
K1 = Constante de calibração 1 = 774.89 (K)
Lλ = Radiância espectral em Watts/(m2 srµm)

Implantação de novos plantios arbóreos

Palmas, por ser uma cidade planejada, apresenta diversos locais aptos ao plantio de árvores, os quais incluem as áreas verdes, praças e os elementos de acompanhamento viário como os canteiros centrais, rotatórias e calçadas. Propõe-se arborizar todas as rotatórias e canteiros centrais do perímetro urbano do município, com espécies típicas do cerrado, de copas largas, de forma a obter densos cinturões verdes além de proporcionar atualização do cadastro multifinalitário junto a Prefeitura Municipal de Palmas – TO, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Mapa exemplo de déficit arbóreo para arborização



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O mapa de Déficit arbóreo, apresentado na Figura 03, foi elaborado para representar a necessidade de arborização em algumas rotatórias, assim como em ruas e canteiros centrais, visto que estes foram representados posteriormente pelos alunos envolvidos na pesquisa.

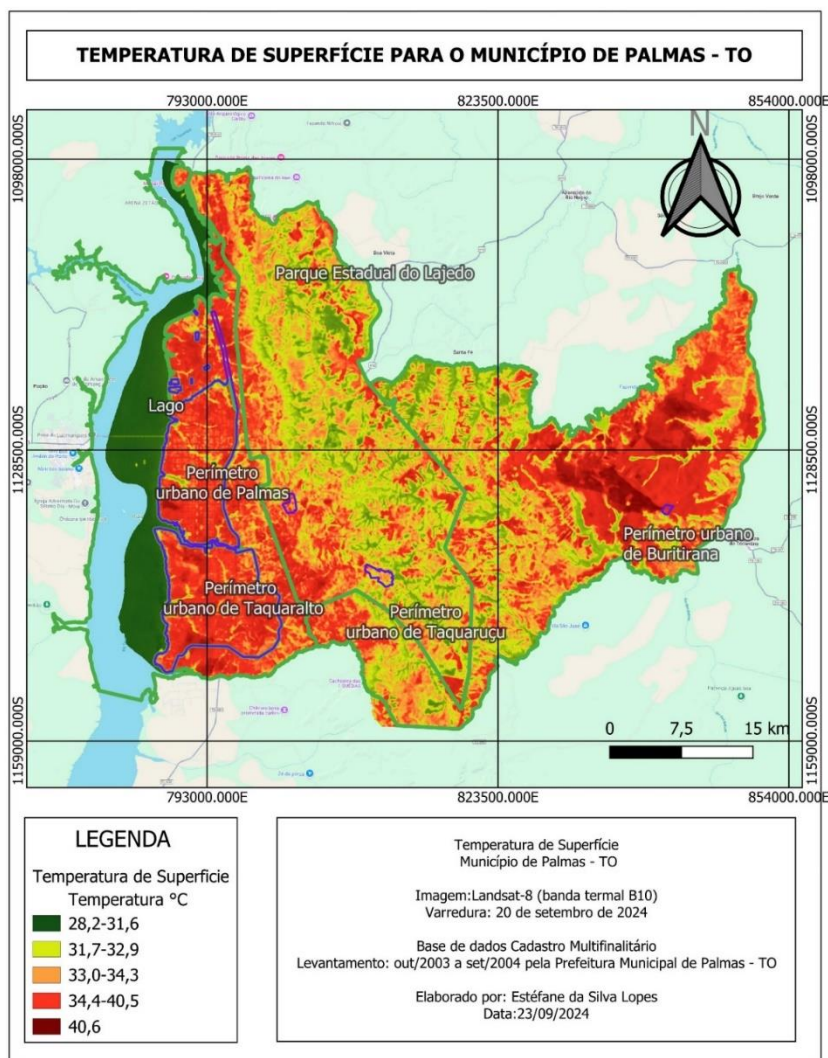
Resultados e discussões

A pesquisa almeja alcançar resultados significativos para a área de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Com a conclusão da análise dos dados obtidos, a pesquisa visa apresentar não apenas

uma metodologia de dimensionamento, mas uma abordagem adaptada às demandas contemporâneas. A perspectiva é contribuir para o Sistema de Informações Geográficas (SIG), não apenas atendendo às necessidades presentes, mas preparando os alunos para os desafios que podem surgir com o desenvolvimento urbano e aumento populacional.

Após a etapa metodológica, espera-se com este trabalho divulgar para população do Município o impacto da vegetação para formação das ilhas de calor urbanas, mostrando a eficiência das ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) para processamento e análise, bem como na elaboração e atualização dos mapas, contribuindo para a Prefeitura, SEPLAN e diversos outros órgãos ambientais planejadores urbanos. Além da promoção da arborização e qualidade de vida a população. A Figura 3 apresenta um exemplo do Mapa de Temperatura superficial para cidade de Palmas.

Figura 3: Mapa de Temperatura Superfície para o Município de Palmas - TO



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

O mapa de Temperatura Superficial, apresentado na Figura 03, foi elaborado por meio de imagem do satélite Landsat-8, banda termal 10, com varredura em 20 de setembro de 2024, processado por meio do software livre QGIS 3.30.1, justificando o aumento da temperatura em áreas de perímetro com temperaturas máximas de 40,6°C.

Conclusões

Áreas permeáveis em grandes centros urbanos, são áreas com maior elevação da temperatura superficial. Fator que pode ser ocasionado devido a morfologia das vias, materiais construtivos e supressão da vegetação arbórea, o que causaria o resfriamento e amenização da temperatura.

As mudanças climáticas nos mostram a necessidade urgente de medidas públicas para auxiliar no fato, pois vivenciamos em Palmas – TO, a temperatura máxima de todos os tempos, 40.6°C.

A relação entre o uso do solo e as ilhas de calor urbanas é evidente e preocupante, refletindo o impacto significativo das atividades humanas no ambiente. A urbanização intensa, caracterizada pela substituição de áreas verdes por superfícies impermeáveis como concreto e asfalto, contribui substancialmente para o aumento das temperaturas nas zonas urbanas e conseqüentemente, as ilhas de calor urbanas.

A falta de vegetação e espaços verdes impede o resfriamento natural proporcionado pelas plantas, agravando a retenção de calor e elevando as temperaturas urbanas em comparação com as áreas rurais circundantes. Além disso, a concentração de edificações e a densidade populacional intensificam a emissão de calor antropogênico, reforçando ainda mais esse efeito.

Estratégias de mitigação são essenciais para combater as ilhas de calor urbanas, sendo o planejamento urbano sustentável uma das principais abordagens. A incorporação de áreas verdes, telhados e fachadas verdes, assim como o uso de materiais de construção que refletem mais calor e absorvem menos radiação solar, são medidas eficazes para reduzir as temperaturas nas cidades. Além disso, políticas públicas que promovam a conservação do solo e a criação de espaços verdes podem melhorar significativamente o microclima urbano, contribuindo para o bem-estar dos habitantes e a sustentabilidade ambiental.

Por fim, é fundamental reconhecer a importância de um planejamento urbano cuidadoso e consciente, que considere as complexas interações entre o uso do solo e o clima urbano, visando a criação de ambientes mais resilientes e habitáveis para as futuras gerações.

Referências Bibliográficas

CHEN, Liang; YU, Bailang; YANG, Feng; *et al.* Intra-urban differences of mean radiant temperature in different urban settings in Shanghai and implications for heat stress under heat waves: A GIS-based approach. **Energy and Buildings**, v. 130, p. 829–842, 2016.

CHEN Z., HAO X., ZHANG X., Have traffic restrictions improved air quality? A shock from COVID-19. **Journal of Cleaner Production**. 2020.

DENG, J. S. et al. Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. **Landscape and Urban Planning**, v. 92, n. 3–4, p. 187–198, set. 2009.

DORIGON, L. P.; AMORIM, M. C. DE C. T. Spatial modeling of an urban Brazilian heat island in a tropical continental climate. **Urban Climate**, v. 28, p. 100461, jun. 2019.

DUARTE, D.; SERRA, G. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos**. Techne, São Paulo, n°64, p.46-49, 2002.

EPA. United States **Environmental Protection Agency**. Heat Islands and Equity. Disponível em: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-islands-and-equity>. Acesso em agosto de 2024.

FOCHI, D.A. T.; CORAZZA R.; MESACASA, L.; MELO, N. G., **Utilização de ferramentas de geoprocessamento para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no município de Passo Fundo, segundo o Novo Código Florestal (Lei 12.651-2012)**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS– 23 a 26/11/2015. Disponível em <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/I-028.pdf>. Acesso em 24/08/2024.

HU, L.; BRUNSELL, N. A. The impact of temporal aggregation of land surface temperature data for surface urban heat island (SUHI) monitoring. **Remote Sensing of Environment**, v. 134, p. 162–174, jul. 2013.

INMET – **Instituto Nacional De Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>> Acesso em: 25/09/2024.

IPING et al. (2019), **Contribution of soil erosion to PAHs in surface water in China**, v. 686, P.497-504, 10 October 2019.

LUAN, X.; Yu, Z.; ZHANG, Y.; WEI, S.; MIAO, X.; HUANG, Z.Y.X; TENG, S. N.; XU, C. Remote Sensing and Social Sensing Data Reveal Scale-Dependent and System-Specific Strengths of Urban Heat Island Determinants, **Remote Sensing**, v. 12, n. 3, p. 391, 2020.

LOPES, E. da S.; HORA, K. E. R. Impact of urban morphology on the intensity of nocturnal heat islands: Analysis through the validation of simulation models in central-west Brazil. **Urban Climate**. Volume 56, July 2024.

LOPES, E. da S.; NASCIMENTO, D. T. F.; HORA, K. E. R. **ANÁLISE DE ILHAS DE CALOR A PARTIR DE AVALIAÇÃO DE VARIÁVEIS URBANAS E AMBIENTAIS NO SETOR BUENO – GOIÂNIA/GO (2020)**. Sociedade e Território, [S. l.], v. 35, n. 3, 2024. DOI: 10.21680/2177-8396.2023v35n3ID33842. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/33842>. Acesso em: 25 set. 2024.

LOPES, E. da S.; WILSON DE SÁ RORIZ, J.; ABREU HARBICH, L.; EMMANUELA RIBEIRO HORA, K. **Uma Abordagens sobre supressão arbórea em Goiânia frente às mudanças climáticas: uma revisão bibliográfica (2015 a 2022)**. Revista Jatobá, Goiânia, v. 4, 2022. DOI: 10.5216/revjat.v4.74653. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revjat/article/view/74653>. Acesso em: 22 agosto. 2024

NASCIMENTO, D. T. F. **Emprego de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento na análise multitemporal do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986/2010)**. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, 2011

ONU. Divisão de População do Departamento de Assuntos Sociais Econômicos das Nações Unidas. Perspectivas mundiais de urbanização: A revisão de 2018; Edição Online; Nações Unidas: Nova York, NY, EUA, 2018.

OKE, T. R. Boundary layer climates. 2 nd ed. **London** and New York: Routledge. 1987.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, **London**, v. 108, n. 455, p. 1–24, 1982. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/qj.49710845502>>. Acesso em: 20 agosto. 2024.

PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F.; OLIVEIRA, R. R. M. Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra: QGIS e Google Earth Pro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 3, p. 250–264, 4 jun. 2020.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. **Muito além do espaço: por uma história cultural do urbano**. Revista Estudos Históricos, Rio de Janeiro, vol.8, n.16, 1995 (p.279-290)

QIAO, Zhi; WU, Chen; ZHAO, Dongqi; *et al.* Determining the Boundary and Probability of Surface Urban Heat Island Footprint Based on a Logistic Model. **Remote Sensing**, v. 11, n. 11, p. 1368, 2019.

RAJAGOPALAN, Priyadarsini; LIM, Kee Chuan; JAMEI, Elmira. Urban heat island and wind flow characteristics of a tropical city. **Solar Energy**, v. 107, p. 159–170, 2014.

WANG, Z F, The Relationship Between Land Use, Land Cover Change, And The Heat Island Effect In Xi'an City, China, **Applied Ecology and Environmental Research**, v. 17, n. 4, 2019