

INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NA TEMPERATURA URBANA DE SÃO LUÍS – MA

**PAULO RICARDO SANTOS FERREIRA¹, MARCOS NABATE MENDES
FERREIRA², FRANCISCO RONALDO BELÉM FERNANDES³, ALYNA COELHO E
SILVA⁴, SARAH REBECA NEVES AGUIAR DOS SANTOS⁵**

¹ Estudante de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Maranhão - Campus Paulo VI, prs.ferreira@gmail.com

² Estudante de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Maranhão - Campus Paulo VI

³ Doutor em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Maranhão – Campus Paulo VI.

⁴ Estudante de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Maranhão - Campus Paulo VI ⁵ Estudante de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Maranhão - Campus Paulo VI

Apresentado no

LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024

6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Neste estudo, foi mostrado que as técnicas de sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas e geoprocessamento, juntamente com as imagens Landsat, podem ser empregadas com alta confiabilidade para determinar índices de vegetação, especialmente o NDVI. O objetivo principal desta pesquisa foi investigar a mudança no índice de vegetação do município de São Luís, MA, ao longo dos anos de 2013 e 2023, através da utilização de imagens do satélite Landsat 8 para obter o NDVI e analisar como essa mudança afeta na temperatura urbana do município. Os resultados corroboram estudos anteriores, indicando que áreas com vegetação têm temperaturas mais baixas, contrastando com áreas sem vegetação. Árvores desempenham papel crucial na absorção de CO₂, controle da temperatura e prevenção de enchentes. Mapas temáticos auxiliam na identificação de impactos urbanísticos e ambientais, essenciais para compreender as mudanças climáticas locais causadas pela expansão urbana desordenada.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos urbanísticos, NDVI, Ilhas de calor.

INFLUENCE OF VEGETATION ON THE URBAN TEMPERATURE OF SÃO LUÍS - MA

ABSTRACT: In this study, it was shown that remote sensing techniques, geographic information systems and geoprocessing, along with Landsat images, can be employed with high reliability to determine vegetation indices, especially NDVI. The main objective of this research was to investigate the change in the vegetation index of the municipality of São Luís, MA, over the years 2013 and 2023, through the use of images from the Landsat 8 satellite to obtain the NDVI and analyze how this change affects the urban temperature of the municipality. The results corroborate previous studies, indicating that areas with vegetation have lower temperatures, contrasting with areas without vegetation. Trees play a crucial role in CO₂ absorption, temperature control and flood prevention. Thematic maps help in the identification of urban and environmental impacts, essential to understand the local climate change caused by disordered urban expansion.

KEYWORDS: Urban impacts, NDVI, Heat islands.

INTRODUÇÃO: A qualidade de vida dos habitantes das cidades é fortemente impactada pelo conforto térmico, mas muitas áreas urbanas sofrem devido à falta de planejamento adequado e à escassez de vegetação, apresentando desafios significativos. O presente estudo tem como foco principal abordar sobre a influência da vegetação na temperatura urbana de São Luís, MA. A retirada de áreas verdes dos núcleos urbanos, por sua vez, acaba possibilitando a formação das chamadas ilhas de calor (PINHEIRO *et.al.* 2021), fenômeno em que as temperaturas locais são significativamente mais altas do que as áreas circundantes devido à absorção e retenção de calor por materiais urbanos, como concreto e asfalto. Para enfrentar os desafios, é essencial implementar estratégias de planejamento urbano sustentável, promover o aumento da vegetação urbana e investir em soluções de infraestrutura verde para mitigar os efeitos das ilhas de calor. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a mudança no índice de vegetação do município de São Luís, Ma por meio do Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) nos anos de 2013 e 2023.

MATERIAL E MÉTODOS: A área de estudo consiste no limite municipal de São Luís MA, que compreende a região norte do estado que possui uma área territorial de 1455,1 Km². Está localizado na latitude 02° 35' 36,45410" e longitude 44° 12' 44,92406". O clima da região é classificado como tropical úmido e nos períodos chuvosos variam entre 1800mm e 2000mm por ano e temperatura média anual de 23°C a 30°C. Inicialmente, para calcular o NDVI, foi essencial adquirir imagens do Landsat collection 2 level - 2 por meio do site do Earth Explore USGS. As imagens, provenientes do Landsat 8, consistem nas bandas 4 e 5 em formato Geotiff, com resolução de 30m ambos possuindo 16 bits. Os coeficientes radiométricos foram obtidos dos metadados do arquivo MTL e processados no ambiente do QGIS para correção atmosférica. Após a conclusão dessa correção, os cálculos do NDVI (Fórmula 1) foram iniciados através da calculadora raster do software QGIS, resultando em valores que variam de -1 a 1. Esses valores correspondem a diferentes características, com -1 a 0 para corpos d'água, 0,1 a 0,30 para áreas edificadas, 0,31 a 0,60 para vegetação esparsa e 0,61 a 1 para vegetação densa. Valores encontrados através da fórmula apresentada a seguir:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{RED})}{(\text{NIR} + \text{RED})} \quad (1)$$

em que,

NDVI – índice de vegetação por diferença normalizada;

NIR – Radiância do infravermelho próximo; RED –

Radiância do vermelho.

Para a verificação de concordância dos mapas gerados por meio de validação estatística e confiabilidade dos dados utilizou-se o índice Kappa em que consiste em uma técnica discreta e multivariada que utiliza em seu cálculo todos os elementos de uma matriz de confusão (SILVA E SILVA, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A análise sobre a influência da vegetação urbana no município de São Luís – MA, foi feita com base nos anos de 2013 e 2023. Os valores obtidos através do cálculo de NDVI desta análise estão divididos e classificados conforme descrito no quadro abaixo, onde foram separados em quatro tópicos, como mostra a tabela 1: corpos d'água, área edificada, vegetação esparsa e vegetação densa. Nota-se na tabela que no ano de 2023 a

área edificada do município de São Luís aumentou 35,18% em comparação ao ano de 2013 e que a área de vegetação esparsa diminuiu 42,99% comparando os anos de 2013 e 2023. Além disso tivemos um aumento no ano de 2023 de 61,78% de corpos d'água e um aumento de 91,38% de vegetação densa.

Classes do NDVI	Área em km ²		Comparação (%)
	2013	2023	
Corpos d'água	33,4116	87,4197	61,78%
Área edificada	165,5406	255,3993	35,18%
Vegetação esparsa	325,0575	185,3127	-42,99%
Vegetação densa	0,0045	0,0522	91,38%

TABELA 1 - Valores dos índices identificados em Km² dos anos de 2013 e 2023.

O resultado da pesquisa vai de encontro ao encontrado por Hartmann e Flores (2022), que perceberam um aumento na temperatura em um trecho do município de Foz do Iguaçu - PR onde não há vegetação existente nos anos de 2020 e 2021. Esse resultado se reforça com as análises de Rosa e Filho (2023) que observaram que no município de Rio Paranaíba - MG, em áreas onde se tem vegetação predominante a temperatura média é de 28°C e à concentração de temperatura mais elevada em áreas onde não vegetadas, indicando então que, as áreas com vegetação possuem menor índice de temperatura quando comparadas as áreas não vegetadas. As árvores têm capacidade de absorver CO₂ da atmosfera, manter a umidade local e diminuir a temperatura nas calçadas e vias urbanas através da absorção da variação solar incidente (HARTMANN e FLORES, 2022). Além disso, uma região densamente arborizada pode ajudar a mitigar enchentes e alagamentos, diminuir os efeitos das ilhas de calor, aumentar a capacidade de absorção das águas pluviais e serve de habitat para a vida selvagem. Segundo Barros *et.al.* (2020), os resultados obtidos por meio da criação do mapa temático podem ser úteis para identificar os impactos urbanísticos gerados pela implementação de loteamentos regulares e irregulares, além de áreas ambientais degradadas. Também podem fornecer uma melhor compreensão sobre como essas mudanças afetam a temperatura local, considerando que a rápida expansão urbana desordenada tem sido um fator contribuinte para alterações climáticas locais.

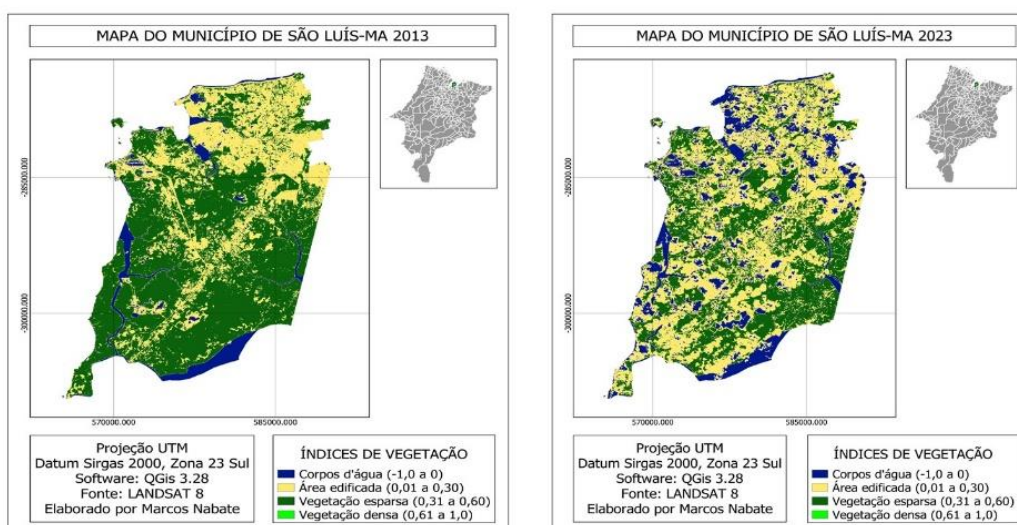


FIGURA 1- Mapa de índice de vegetação no município de São Luís – MA em 2013 e 2023.

CONCLUSÕES: Levando-se em consideração tudo o que foi apresentado, podemos ver que a análise da vegetação urbana em São Luís - MA entre 2013 e 2023 revela mudanças significativas, com aumento da área edificada e redução da vegetação esparsa, enquanto corpos d'água e vegetação densa apresentaram incrementos substanciais. Essas transformações destacam a importância crucial da vegetação na mitigação dos impactos urbanos, desde a regulação climática até a preservação da biodiversidade. A integração desses resultados em políticas de planejamento urbano pode promover um desenvolvimento mais sustentável e resiliente, considerando os desafios emergentes das mudanças climáticas e da expansão urbana desordenada.

REFERÊNCIAS:

BARROS, A. S.; FARIAS, L. M. de, MARINHO, J. L. A. **Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 6, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347883642_Aplicacao_do_Indice_de_Vegetacao_por_Diferenca_Normalizada_NDVI_na_Caracterizacao_da_Cobertura_Vegetativa_de_Juazeiro_Do_Norte_-_CE. Acesso em: 26 mar. 2024.

HARTMANN, Ricardo Morel; FLORES, Diego Moraes. **Estudo do impacto da arborização no conforto térmico de veículos, consumo de combustível gasolina e emissões de co2 em Foz do Iguaçu.** International Journal of Environmental Resilience Research and Science, v. 4, n. 1, p. 1-25.

PINHEIRO, Ana Claudia R.; CALMON, Ana Carolina A.; RODRIGUES, Murillo P.; MAIOLI, Ricardo N.; DA SILVA, Fabiana T. **A influência da vegetação no conforto dos usuários em praça pública de Vitória-ES.** In: XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído/ XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2021, Palmas. Anais... Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2021. v. 1. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/357167792_A_INFLUENCIA_DA_VEGETACAO_NO_CONFORTO_DOS_USUARIOS_EM_PRACA_PUBLICA_DE_VITORIA-ES. Acesso em: 26 mar. 2024.

ROSA, H.A., FILHO, R.F.F., 2023. **Influência da vegetação na temperatura da superfície em áreas urbanas por meio de imagens do satélite Landsat 8.** E&S - Engineering and Science, v. 12, 1-18.

SILVA, B. H. R.; SILVA, R. N. F. **Avaliação de impactos ambientais em áreas de mineração com o uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI): estudo de caso para a região de Paracatu (Minas Gerais).** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 2, n. 3, 2021.