

ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE, ÍNDICES DE VEGETAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS NOS MUNICÍPIOS DE XINGUARA E RIO MARIA POR MEIO DE TELEDETECÇÃO

Luis Felipe dos Santos Lopes ¹
Abraão Levi dos Santos Mascarenhas ²
Railson Luz Santos Mota ³
Cintia Ellen Dias da Silva ⁴
Eduardo Franco Santos ⁵

INTRODUÇÃO

Xinguara e Rio Maria (Figura 01) são municípios localizados na porção da Amazônia oriental, no estado do Pará, na região intermediária do município de Redenção, e imediata de Xinguara. Estando na Amazônia Legal, com uma predominância deste bioma, a climatologia da região se caracteriza como Equatorial, caracterizado por elevadas temperaturas e altos índices de precipitação (IBGE, 2024).

A Climatologia desses 2 municípios, envolve o campo teórico disciplinar e científico, onde há o estudo da atmosfera e sua relação a superfície terrestre (Júnior e Amorim, 2016). Nesse sentido, o segmento de clima urbano, envolve o uso de ferramentas para coleta e análise de dados, como sensores remotos, este, no âmbito da análise climática, permitiu a diversificação de análises referentes a temáticas ambientais e meteorológicas no âmbito de satélites (PAVÃO et al.1980).

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, luislopes@unifesspa.edu.br;

² Professor doutor do Curso de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA, abraaolevi@unifesspa.edu.br;

³ Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA, railsonluz@unifesspa.edu.br;

⁴ Graduanda do curso de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA, ecintia036@unifesspa.edu.br;

⁵ Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA, 201940210030@unifesspa.edu.br;

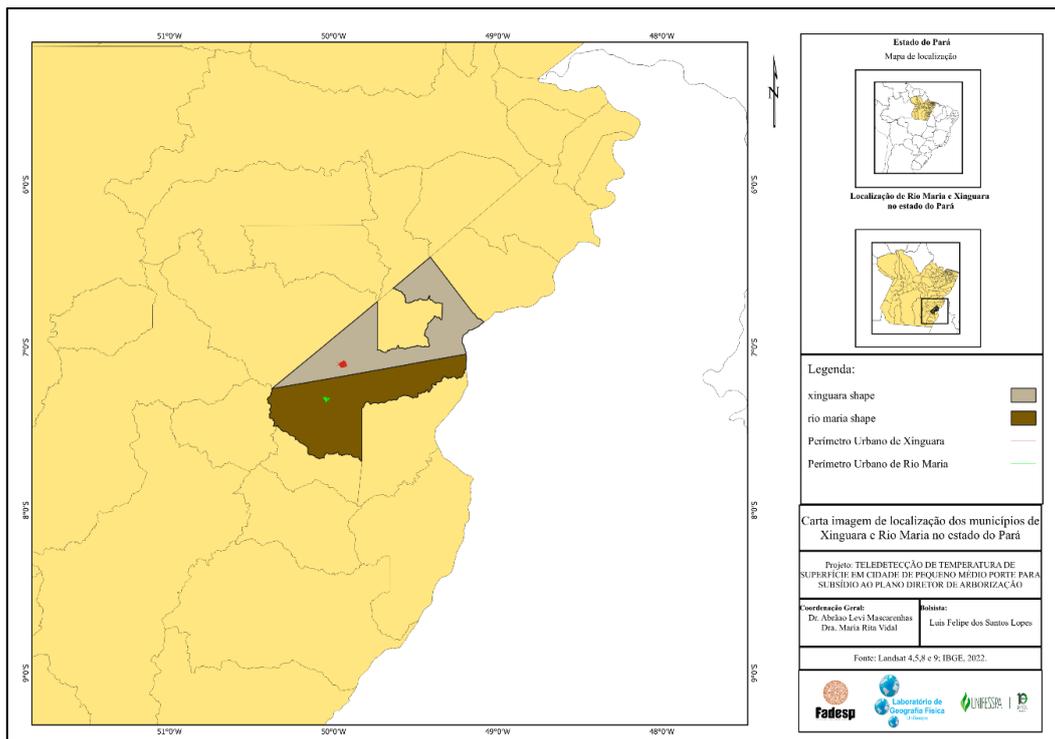


Figura 01: Carta Imagem de localização dos municípios de Xinguara e Rio Maria
Elaboração: Autores

O clima, como uma série de componentes que envolvem fenômenos meteorológicos a partir de um estado médio da atmosfera terrestre, segundo Julius Hann (1883 *apud* Júnior e Amorim, 2016), pode ser influenciado nas variáveis mais específicas, como uso e cobertura de solo, se caracterizando como microclimas, ainda mais em áreas urbanas.

Júnior e Amorim (2016) enfatizam que as mudanças climáticas que formam e moldam o clima urbano, surgem devido o contexto em que o espaço urbano se origina e expande. Envolvendo processos socioeconômicos que dirigem a expansão, alocação e consolidação da população em conjunto com meio natural para transforma-los, originando o meio urbano diverso.

Coelho *et al.* (2013) caracteriza as influências locais, nas temperaturas de superfície de solo, como sombreamento, composição do uso e cobertura do solo e etc. Silva (2007, p.1161): Quanto à temperatura da superfície terrestre, esta é dada pela ausência de perfis atmosféricos na hora da passagem do satélite, para ser levada em consideração à correção atmosférica.

Neste trabalho, é ressaltado uma série histórica com dados de imagens LandSat 4,5,8 e 9 das décadas de 1980, 1990, 2000, 2010 e 2020 acerca da Temperatura de

Superfície de Solo (TSS) nos municípios de Xinguara e Rio Maria, observando as mudanças graduais que se relacionam com a cobertura vegetal e mancha urbana dos municípios.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A área de estudo foram os municípios de Xinguara e Rio Maria, no estado do Pará. A metodologia da pesquisa esta associada ao sistemas de clima urbano de Monteiro (1990) e Junior e Amorin (2016) nas dimensões da TSS – Temperatura de Superfície de Solo, aplicado ao perímetro urbano dos municípios selecionados, com análises complementares do comportamento da vegetação por meio dos Índices de Vegetação (SAVI) .O comportamento da umidade do solo foi utilizado o índice de água-NDWI.

Uma escala temporal que abrange parcialmente as décadas de 1980, 1990, 2000, 2010 e 2020, se baseando na disponibilidade do site EarthExplorer, que fornece imagens de satélites. A partir do Landsat 4 e 5 , 8 e 9, foram obtidas imagens disponíveis de cada decáda, com o parâmetro de no máximo 50% de cobertura de nuvens. Devido a presença destas no perímetro urbano dos municípios abordados, muitas imagens foram desqualificadas na pesquisa devido a essa característica. As referidas imagens foram processadas tantos para produzir índices de temperatura, vegetação e água.

Com a obtenção das imagens, se seguiu o processamento no software Qgis, na ferramenta Semi-Automatic Classification Plugin(SCP), onde foi elaborado as médias de temperaturas de cada década analisada, onde por montante, se selecionou todas as imagens de cada década, gerando uma imagem raster com a média de temperatura, em °C da década.

Com a primeira fase de processamento concluída, se prosseguiu na elaboração do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), que aplicado ao LandSat 4 e 5, 8 e 9 necessitam, respectivamente das bandas 4 e 3, 5 e 4 das imagem obtidas. Devido a pontualidade, foram escolhidas preferencialmente imagens entre os meses de julho e agosto, dos anos de 1988, 1995, 2005, 2015 e 2022. Resultando no processamento na calculadora raster, aplicando as fórmulas disponibilizadas pelo Earth explorer (2024).

Posteriormente, o Índice de Água por Diferença Normalizada(NDWI), que utilizam bandas 2 e 4, 3 e 5 das imagens landsat 4,5,8 e 9 respectivamente. Com o

intuito de gerar um índice ajustado de mostrar onde há a concentração de água na superfície.

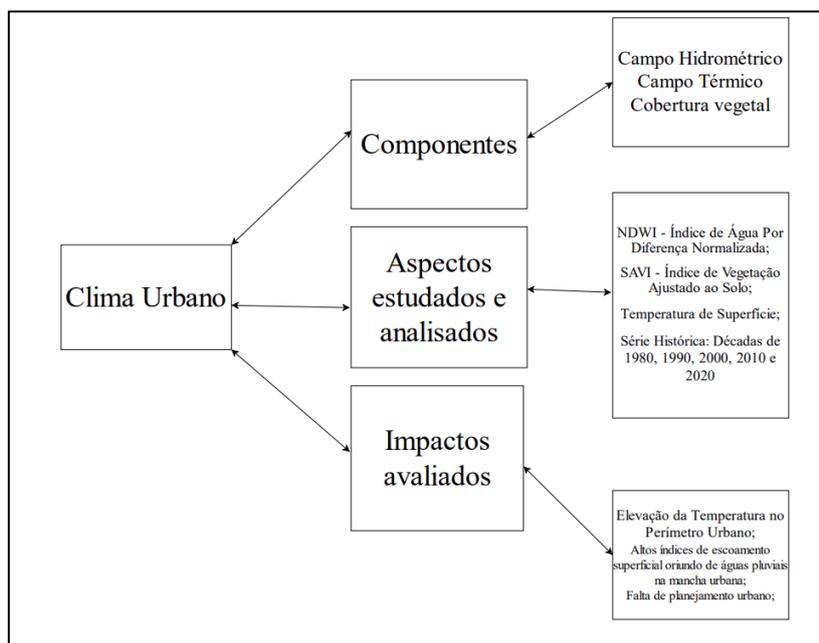


Figura 02: Esquema metodológico da pesquisa
Elaboração: Autores

REFERENCIAL TEÓRICO

A climatologia segundo Júnior e Amorim (2016, p.161):

Dessa forma, a climatologia, além de um campo disciplinar e científico, torna-se um instrumento de síntese, na medida em que para se compreender os fenômenos climáticos integralmente, é necessário recorrer à composição e dinâmica da atmosfera, e também a sua interação com a superfície, o que envolve não apenas as características físicas do meio, mas também os elementos socialmente construídos, as formas de construção, e também o jogo de interesses por traz da forma como as sociedades materializam seu modo de vida no espaço através da técnica.

Julius Hann (1883, p.1 *apud* Júnior e Amorim, 2016, p.161) o clima é o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera em um ponto da superfície terrestre.

Júnior e Amorim (2016, p.162) sobre o clima urbano:

Sendo o clima urbano entendido como o clima de um dado espaço associado ao seu processo de urbanização, que expressa as condições atmosféricas resultantes da interação de diferentes escalas climáticas e de superfície, (MONTEIRO, 1976), a observação do clima local deve ser acompanhada da análise das características geoambientais, características físicas do meio geográfico, assim como, das características do processo de urbanização dos espaços a serem estudados, pois, dessa forma é possível identificar quais as alterações climáticas e suas magnitudes, além de relacioná-las às ações sociais.

O Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI), proposta de Huete (1988 *apud* Mascarenhas, Miranda e Vidal, 2024).

Em termos hidrológicos, o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), proposta de McFeeters (1996 *apud* Mascarenhas, Miranda e Vidal, 2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas 4 décadas analisadas, na área de temperatura de superfície, se ressaltou um aumento de 5,91 °C e 4,85 °C nas mínimas em Rio Maria e Xinguara(Figura 03), nas máximas, a evolução foi de 6,98 °C e 5,8 °C respectivamente.

Temperatura de superfície					
Mínimas			Máximas		
Décadas	Xinguara	Rio Maria	Décadas	Xinguara	Rio Maria
1980	20,55	19,56	1980	26,23	24,96
1990	21,71	21,44	1990	26,81	26,14
2000	22,69	22,89	2000	29,17	29,07
2010	23,95	25,06	2010	31,24	31,86
2020	25,4	25,47	2020	32,03	31,94

Figura 03: Temperatura de Superfície (TS) em °C nas 5 décadas pesquisadas
Elaboração: Autores

Os picos de temperatura, sempre se concentram no perímetro urbano ou em áreas desflorestadas (Figura 04), evidenciando que a mudança na superfície do solo é impactada diretamente pela modificação humana. Enfatizando a potencialidade do SAVI e NDWI como ferramentas capazes de delimitar a vegetação, seja como um índice de vegetação, ou de água.

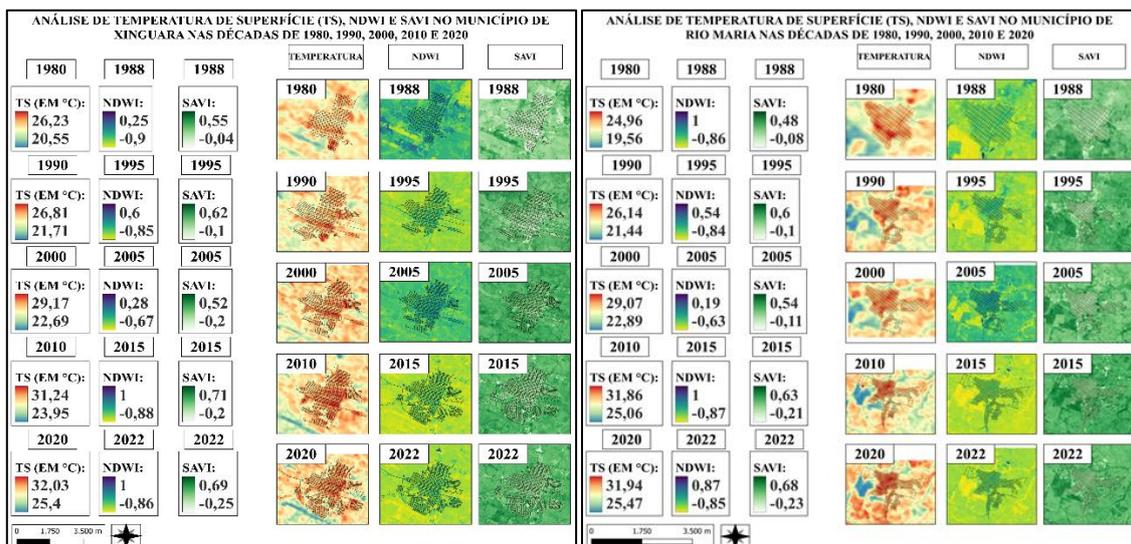


Figura 04: Carta imagem de temperatura de superfície, NDWI e SAVI em Xinguara e Rio Maria
Elaboração: Autores

SAVI						NDWI					
Mínimas			Máximas			Mínimas			Máximas		
Anos	Xinguara	Rio Maria									
1988	-0,04	-0,08	1988	0,55	0,48	1988	-0,9	-0,86	1988	0,25	1
1995	-0,1	-0,1	1995	0,62	0,6	1995	-0,85	-0,84	1995	0,6	0,54
2005	-0,2	-0,11	2005	0,52	0,54	2005	-0,67	-0,67	2005	0,28	0,28
2015	-0,2	-0,21	2015	0,71	0,63	2015	-0,88	-0,87	2015	1	1
2022	-0,25	-0,23	2022	0,69	0,68	2022	-0,86	-0,85	2022	1	0,87

Figura 05: Índice SAVI e NDWI, valores mínimos e máximos nos 5 anos pesquisados de cada década
Elaboração: Autores

Na análise dos índices de vegetação e água, não houve resultados significativos nos picos mínimos e máximos de valores (Figura 05), porém, se percebe no NDWI, que ao longo das décadas, nos meses de julho, que os valores positivos próximo de 0 se expandiram significativamente nos anos de 1995, 2015 e 2022. Enquanto os abaixo de 0 se mantinham nas formações florestadas no entorno do município, confirmados no SAVI que demonstra a relação de coberturas florestadas com índice de evapotranspiração e temperatura de superfície.

E também dita as variabilidades do Sistema Clima Urbano (SCU) proposto por Monteiro(1976) relativos a evapotranspiração e escoamento superficial interferindo na dinâmica de temperatura do meio urbano.

Em termos de temperatura de superfície, Xinguara sofreu um aumento de 4,85 °C de 1980 a 2020 em relação as mínimas registradas, enquanto Rio Maria se ampliou em 5,91 °C. Nas máximas Xinguara registrou uma ampliação de 5,8 °C e Rio Maria 6,98 °C. Essa dinâmica de ampliação apresenta vários fatores relacionados a vegetação, hidrologia e expansão da mancha urbana. Em toda a série histórica do NDWI, SAVI e Temperatura de Superfície, as áreas com maior intensidade de vegetação eram as mais frias e secas. Isso se dá pela dinâmica hidrológica, pois no perímetro urbano o escoamento superficial da água é intenso, o que impede a infiltração da água e sua evapotranspiração gradual, enquanto em áreas com maior intensidade de vegetação, o recurso hídrico consegue estabilizar e influenciar a temperatura de forma gradual, segundo Junior e Amorim (2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Xinguara e Rio Maria sofreram aumentos expressivos na temperatura de superfície, de 4,85 °C e 5,91 °C nas mínimas, enquanto nas máximas foram 5,8 °C e 6,98 °C respectivamente. Isso evidencia o papel da arborização como componente decisivo de um bom planejamento, pois a partir dos mapas de índice de vegetação

ajustado ao solo, se percebe que as zonas com as temperaturas mínimas estão situadas em porções florestadas no entorno do perímetro urbano. E o índice de água evidencia que a presença desse recurso na superfície do perímetro urbano ressalta uma grande taxa de evapotranspiração e pouca infiltração, diferente das áreas com diversos tipos e intensidade de vegetação. Comprovando a importância de um bom planejamento urbano que considere os componentes da paisagem e espaço geográfico como um todo, onde Mascarenhas, Vidal e Souza (2021) enfatizam como um ponto essencial, analisar os condicionantes ambientais da paisagem e interpretar o seu peso e impacto no Sistema Clima Urbano.

Palavras-chave: Clima, Urbano, Décadas, Vegetação, Temperatura.

REFERÊNCIAS

DE FIGUEIREDO MONTEIRO, Carlos Augusto. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil. *Geosul*, v. 5, n. 9, p. 7-19, 1990.

JÚNIOR, José Carlos Ugeda; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Reflexões acerca do sistema clima urbano e sua aplicabilidade: pressupostos teórico-metodológicos e inovações técnicas. *Revista do Departamento de Geografia*, p. 160-174, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/119402/118968>. Acesso em: 01 de junho de 2024.

PAVÃO, Vagner Marques et al. Temperatura e albedo da superfície por imagens TM Landsat 5 em diferentes usos do solo no sudoeste da Amazônia brasileira. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 16, 2015. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/download/13812/7131>. Acesso em 20 de maio de 2024.

COELHO, André Luiz Nascentes et al. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

SILVA, J. W. F.; SANTOS, Rosângela Leal. Estimativa da temperatura da superfície do solo de uma região semi-árida a partir do IRMSS (banda 4) do CBERS-2. *Anais do*, v. 13, p. 1159-1166, 2007. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.01.21/doc/1159-1166.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

GAMEIRO, Samuel et al. Avaliação da cobertura vegetal por meio de índices de vegetação (NDVI, SAVI e IAF) na Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe, CE. *Terræ*, v. 13, n. 1-2, p. 15-22, 2016. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.ige.unicamp.br/terrae/V13/PDFv13/TE067-2.pdf>

DOS SANTOS MASCARENHAS, Abraão Levi; MIRANDA, Matheus Martins; VIDAL, Maria Rita. O Contexto Dos Estudos Do Clima Urbano Por Meio Do Campo Termo-Higrométrico Em Rondon Do Pará. Revista Verde Grande: Geografia e Interdisciplinaridade, v. 6, n. 01, p. 614-633, 2024. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/verdegrande/article/view/6440/7428>. Acesso em: 20 de maio de 2024.

MASCARENHAS, Abraão Levi dos Santos; VIDAL, Maria Rita; SOUZA, Marcus Vinícius Mariano de. Análise dos impactos ambientais da expansão urbana em cidades de mineração a partir de produtos térmicos de sensores orbitais. Revista AGB, v. XXV, n. 2, p. 1-26, ago. 2021. Disponível em: https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXV_2/agb_xxv_2_web/agb_xxv_2-02.pdf. Acesso em: 20 de maio de 2024.