

IMPACTO DO DESMATAMENTO NA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE NA RESERVA BIOLÓGICA DO JARU E ZONA DE AMORTECIMENTO

Jaina Rodrigues Evangelista ¹
Sara Regiane Tavares Lopes ²
Lucas Matheus Matos Pacheco Ziles ³
Graziela Tosini Tejas ⁴
João Paulo Assis Gobo ⁵

INTRODUÇÃO

Com o crescimento das práticas agrícolas na área amazônica, como a criação de gado, a exploração de madeira e a mineração, observou-se um aumento expressivo das mudanças ambientais tanto dentro quanto nos arredores das Unidades de Conservação (FEARNSIDE, 1980). A região sudoeste da Amazônia, onde está localizada a Reserva Biológica do Jarú, é severamente afetada pela redução das chuvas e alterações climáticas devido à perda florestal. Por ser uma área que já possui menor variabilidade interanual natural, o efeito do desflorestamento é ainda mais prejudicial (LEITE; et al, 2021), não só para a fauna e flora local, mas ocasionando também implicações econômicas para a agricultura. Em geral, essas modificações resultam em maior incidência de luz solar no interior do ambiente florestal (MILAN et al., 2016).

Ambientes desflorestados possuem baixa densidade de vegetação, o que consequentemente resulta em maiores valores de temperatura da superfície, pois a energia disponível ao ambiente é utilizada prioritariamente para aquecimento do solo e do ar adjacente à superfície. Já na floresta, devido à sua maior densidade de vegetação, a maior parte da energia disponível ao ambiente é distribuída para o processo de evapotranspiração, resfriando a superfície vegetada (LEAL, 2012). Nesse sentido, essa pesquisa propõe a definição da Temperatura da Superfície Terrestre (TST) e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para um período de 30 anos, entre 1992 a

¹ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal - RO, jai.evan00@gmail.com;

² Graduada do Curso de Geografia da Universidade Federal - RO, sararegiane55@gmail.com;

³ Graduado em Engenharia Elétrica da São Lucas Educacional – RO, lucas.ziles75@gmail.com;

⁴ Doutora do Curso de Geografia da Universidade Federal – RO, graziela.tejas@ifro.edu.br;

⁵ Professor orientador: Doutor, Universidade de São Paulo - SP, joao.gobo@unir.br.

2013 com a finalidade de avaliar o avanço multitemporal do desmatamento, e suas consequências na temperatura de superfície local.

MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram conduzidas na Reserva Biológica do Jaru, que está sob a gestão do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). A Rebio Jaru é considerada uma unidade de conservação de proteção integral, e está localizada no município de Ji-Paraná, Vale do Anahi e Machadinho d'Oeste (Figura 1).

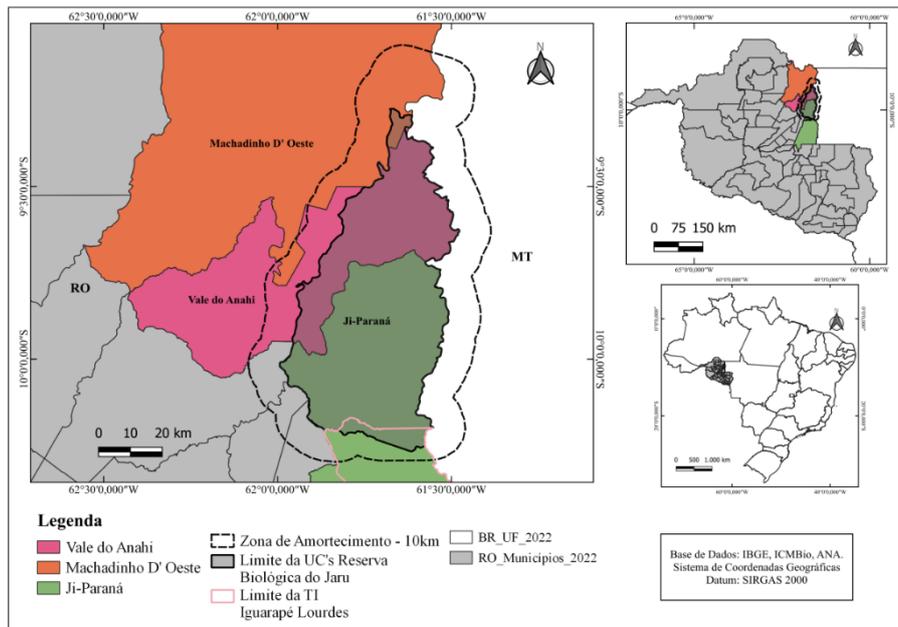


Figura 1: Mapa de localização da Reserva Biológica do Jaru - ICMBio.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Reserva é caracterizada pela alta temperatura e o elevado teor de umidade, com estação seca (inverno astral) em junho, julho, agosto e setembro, e a predominância de uma estação chuvosa (verão austral) no resto do ano, sendo o primeiro trimestre o de maior pluviosidade. Maio e setembro são meses de transição (WEBLER. A; et al, 2007). A metodologia foi subdividida nas seguintes etapas: (a) aquisição das imagens Landsat

(b) tratamento estatístico; (c) análise das assinaturas temporais do NDVI, da TST e (d) análise das relações estatísticas de correlação entre o NDVI, TST.

Foi utilizado o software QGIS, versão 3.28.3 Firenze no processamento de imagens e elaboração de mapas temáticos. As etapas realizadas foram: a aquisição de dados; delimitação da área de estudo; combinação de bandas; desenvolvimento do banco de dados; geração dos mapas de NDVI e TST; análise das estatísticas zonais. As imagens dos satélites Landsat5 e 8 foram obtidas gratuitamente no site do United States Geological Survey (USGS) e utilizadas as bandas 3, 4 para o NDVI e banda 6 Termal para calcular o TST, do Landsat 5. Já do Landsat8 foram utilizadas as bandas 4, 5 para o NDVI e a banda 10 infravermelho termal, do sensor TIRS (Termal Infrared Sensor).

Para a composição do NDVI, a primeira etapa consistiu no recorte dos arquivos raster das bandas 3 e 4 (banda do vermelho e do infravermelho próximo) do Landsat 5, e 4 e 5 (banda do vermelho e do infravermelho próximo) do Landsat8, para a área do estudo, seguido da conversão das bandas, seus Digital Numbers (DN), em seus respectivos valores de reflectância e radiância, temperatura de brilho em Kelvin (K), temperatura de brilho em graus Celsius (°C), cálculo do NDVI, proporção da vegetação, emissividade e temperatura da superfície.

Foram gerados 7.000 pontos de controle em toda a área de estudo (com exceção do corpo hídrico), realizadas no software R, onde as variáveis foram extraídas de cada unidade amostral referentes aos mesmos pontos de pixel, assim, o data frame foi criado para que em cada linha o valor informado de NDVI corresponda ao de TST. Uma vez com estas informações tabuladas em matrizes, foi possível realizar inferências estatísticas - correlação de Pearson e Spearman.

REFERENCIAL TEÓRICO

É frequente que as pressões sobre áreas protegidas por lei ocorram em suas zonas de amortecimento, destacando a necessidade de integrar o planejamento e a gestão das áreas protegidas com a gestão territorial das regiões vizinhas (BEIROZ, 2015). Por outro lado, a implementação de Unidades de Conservação na Amazônia Legal é malquista pelos

grandes produtores rurais, visto que esse bioma contém ótimo potencial de terras convertidas em áreas agrícolas do mundo (DEFRIES; ROSENZWEIG, 2010). As espécies das florestas tropicais estão entre as mais sensíveis às mudanças dos padrões climáticos (EWERS; BANKS-LEITE, 2013), com a mudança de uso do solo das últimas décadas, áreas de pastagens se expandiram, e por consequência disso, florestas primárias sofrem diversos danos (WEBLER *et al*, 2013).

Estudos recentes afirmam que áreas protegidas podem ter a massa foliar por área diminuída por conta das constantes temperaturas altas, associadas a longos períodos de estiagem e perda de vegetação, além disso, as folhas de florestas tropicais podem escurecer em resposta às mudanças climáticas (DOUGHTY *et al*, 2018). De acordo com (TOL, 2009), as alterações climáticas em áreas protegidas, têm um impacto profundo na biodiversidade, não só através de alterações na temperatura e na precipitação, mas também nas formas como as alterações climáticas podem afetar a acidificação do solo, o uso da terra e os nutrientes, e a proliferação de espécies exóticas invasoras em novos habitats.

Nesse contexto, destaca-se a importância de investigar as respostas das superfícies vegetadas e compreender sua dinâmica, sendo uma tarefa extremamente complexa devido às limitações no monitoramento e na previsão do comportamento da vegetação na estação seca, período em que há menor índice de nebulosidade. Assim, por meio do sensoriamento remoto, é viável conduzir análises mais detalhadas dos processos naturais e dos diferentes padrões de crescimento do uso e ocupação do solo (Silva, 2015). Isso possibilita o monitoramento contínuo dos recursos naturais de forma econômica e com eficiência operacional aprimorada.

Diante dessas modificações antrópicas dos últimos anos, Unidades de Conservação como a Rebio Jaru vem sofrendo com o desmatamento de suas áreas adjacentes e de sua zona de amortecimento. Dessa forma, levanta-se a hipótese de que essas modificações na morfologia vegetal das imediações das UCs modificaram o microclima e o clima do interior das UCs.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a TST em 1992, nota-se que 85% da temperatura era equivalente a 21,5°C do primeiro ano da análise multitemporal, em contrapartida, os 85% de TST passou a equivaler as temperaturas de 26,5°C a 28,5°C. Com isso, fica claro que a medida que um local com formação florestal vai diminuindo, há um aumento contínuo da temperatura da superfície (PAVÃO *et al*, 2015), apresentando uma maior distribuição de áreas locais com temperaturas diferentes, por conta da mudança de cobertura de solo. Esses resultados corroboram o resultado de Tabassum *et al*, (2023) revelam que, entre 2000 e 2020, cerca de 25% da área da floresta amazônica sofreu um aumento na TST devido à conversão para uso agrícola. A maior TST registrada foi em áreas de solo exposto, enquanto a menor foi em áreas de floresta intacta.

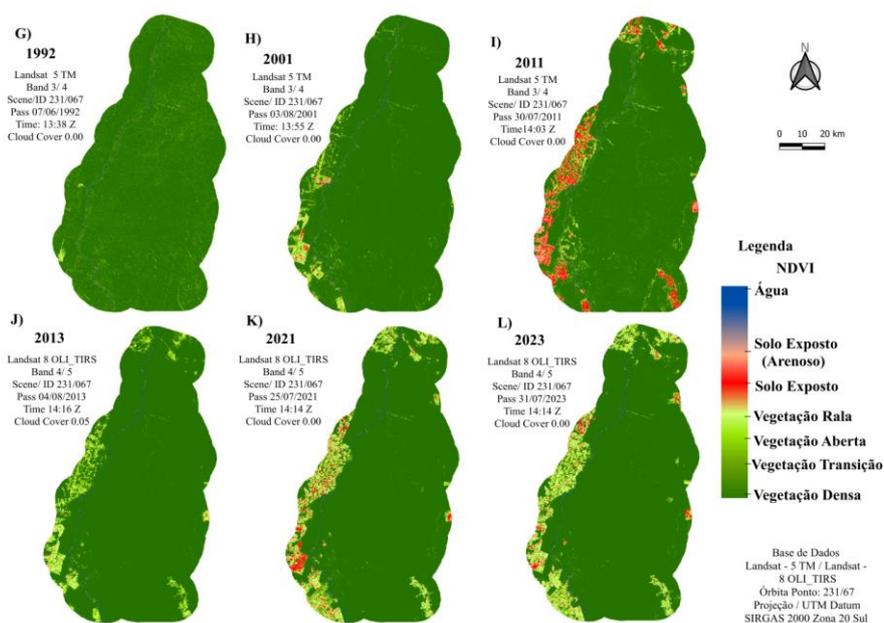


Figura 2: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para os diferentes anos. Painel – 1992: Painel – 1992:2001;2011;2013;2021 e 2023

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após comparar as tipologias de NDVI do primeiro ano do estudo multitemporal, é possível observar que houve uma queda de 7% de “vegetação de transição”(0,63 – 0,75) e 3% de “vegetação densa”(0,75 - 1) (Figura 2), evidenciando o avanço do desmatamento na zona de amortecimento, com valores próximos a 0,25 a 0,35 de solo exposto, esses

resultados estão de acordo com o trabalho de Jimenes *et al*, (2016), os quais apontam que, entre 2000 e 2012, cerca de 15% da área florestal da Amazônia sofreu degradação devido a atividades antrópicas, resultando em uma diminuição da vegetação densa e um aumento do solo exposto.

Regiões tropicais da África Central e Sudeste Asiático também evidenciaram que até 10% da vegetação densa foi convertida em solo exposto ao longo de três décadas, principalmente devido ao desmatamento e mudanças no uso da terra (LIU *et al*, 2015). Esse desmatamento contínuo, pode desencadear um aumento de vegetação secundária, e esse tipo de vegetação é mais sensível a estiagens (ZUTTA *et al*, 2023), o que explica as mudanças nos valores de NDVI nas áreas antropizadas na Rebio Jaru, assim como o aumento dos valores de TST.

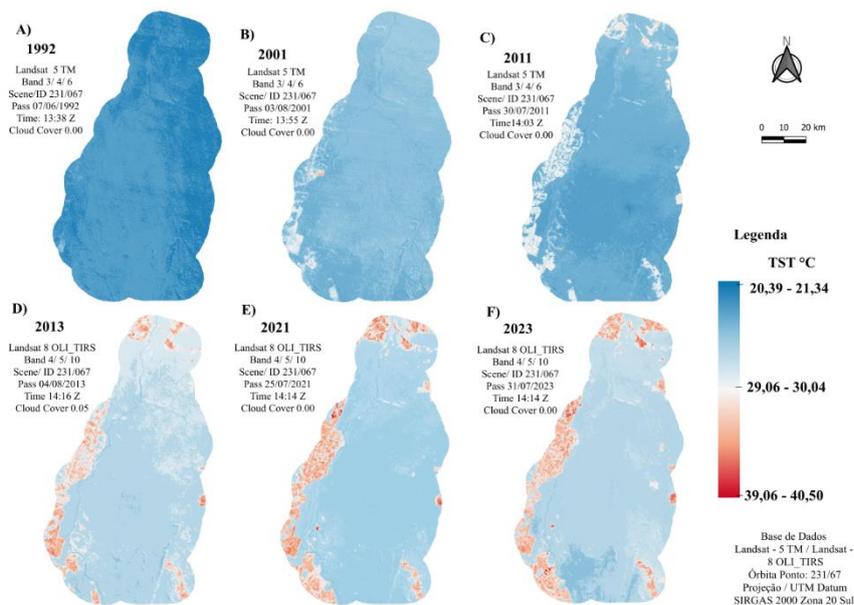


Figura 3: Temperatura de Superfície (TS) em °C para os diferentes anos. Painel – 1992;2001;2011;2013;2021 e 2023

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a análise estatística para avaliar a significância e correlação é possível observar uma correlação negativa significativa entre TST e NDVI, indicando que aumentos na temperatura da superfície terrestre estão associados a reduções na densidade da vegetação (MOHIUDDIN e MUND, 2024). Além disso, a análise temporal mostra uma correlação negativa entre TST e NDVI, avaliada em florestas tropicais na Amazônia, durante

períodos de estiagem, sugerem que temperaturas mais altas nos 3 meses de seca na região, podem reduzir os valores os de NDVI (ZOU *et al*, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço do agronegócio na Amazônia, bem como a expansão de pastagens e exploração de madeira, resultou em mudanças ambientais significativas, especialmente na região sudoeste do estado de Rondônia, onde está localizada a Rebio Jarú. As áreas desmatadas apresentam menor densidade de vegetação e maior temperatura de superfície, assim, as análises estatísticas evidenciam o aumento da TST em detrimento da vegetação, e essa correlação se torna mais forte ao longo do estudo multitemporal, evidenciando o avanço progressivo do desmatamento e da pressão antrópica na zona de amortecimento.

Palavras-chave: Vegetação, Temperatura, Desmatamento.

REFERÊNCIAS

BEIROZ, HELIO. **Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, v.35, 2015.

DEFRIES, R. S. ROSENZWEIG, C. **Toward a whole-landscape approach for sustainable land use in the tropics.**PNAS, v. 107, n. 46, p. 19627-19632. (2010).

DOUGHTY, CE, SANTOS-ANDRADE, PE, SHENKIN, A. *et al.* **Tropical forest leaves may darken in response to climate change.** *Nat EcolEvol* 2, 1918–1924 (2018).

EWERS, R. M.; BANKS-LEITE, C. **Fragmentation Impairs the Microclimate Buffering Effect of Tropical Forests.** PlosOne, v. 8, n. 3, p. 1-10. 10.1371/journal.pone.0058093. (2013).

FEARNSIDE, P.M. **Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia Brasileira: consequências para a sustentabilidade de produção bovina.** Acta Amazônica, v.10, p.119-132. (1980).

JIMENEZ GALO, A.J. (2016). **Monitoring of Tropical Forest Cover with Remote Sensing.** In: Pancel, L., Köhl, M. (eds) Tropical Forestry Handbook. Springer, Berlin, Heidelberg.

KHANNA, J., MEDVIGY, D., FUEGLISTALER, S. *et al.* **Regional dry-season climate changes due to three decades of Amazonian deforestation.** *Nature Clim Change* 7, 200–204 (2017).

LEITE-FILHO, AT, SOARES-FILHO, BS, DAVIS, JL. **O desmatamento reduz as chuvas e as receitas agrícolas na Amazônia brasileira.** *Nat Commun* 12, 2591 (2021).

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR.** Tese (doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 172p. (2012).

MILAN, A. E.; MORO, R. S. **O conceito biogeográfico de ecótono.** *Terra Plural*, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 75- 88, 2016.

MOHIUDDIN, G.; MUND, J.-P. **Spatiotemporal Analysis of Land Surface Temperature in Response to Land Use and Land Cover Changes: A Remote Sensing Approach.** *Environ. Sci. Proc*, 29, 15. (2024).

PAVÃO, V.M., QUERINO, C.A.S., BENEDITTI, C.A., PAVÃO, L.L., QUERINO, J.K.A.S., BIUDES, M.S. **Temperatura E Albedo da superfície por Imagens TmLandsat 5 em diferentes usos do Solo no sudoeste da Amazônia Brasileira.** *Revista Brasileira de Climatologia* 16, 169-183. (2015).

SILVA P.J. **Uso e Ocupação do Solo Urbano: Uma análise dos impactos ambientais nas áreas de dunas no bairro de Felipe Camarão/Natal-RN.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. *Holos*, Ano 31, Vol. 5 UFRN. (2015).

TABASSUM, A., BASAK, R., SHAO, W. *et al.* **Exploring the Relationship Between Land Use Land Cover and Land Surface Temperature: a Case Study in Bangladesh and the Policy Implications for the Global South.** *J geovis spat anal* 7, 25 (2023).

TOL RSJ (2009) Os efeitos econômicos das alterações climáticas. *J EconPerspect*23(2):29–51.

WEBLER. A. D. *et al.* **Mudanças no uso da terra e o particionamento de energia no sudoeste da Amazônia.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*,v. 17, p. 868-876, 2013.

ZUTTA, BRIAN & SALINAS, NORMA & COSIO, ERIC & TITO, RICHARD & ARAGON, SUSAN & NINA-QUISPE, ALEX & ROMAN-CUESTA, ROSA MARIA. **Satellite-derived forest canopy greenness shows differential drought vulnerability of secondary forests compared to primary forests in Peru.** *Environmental Research Letters*, (2023).

ZOU, L.; CAO, S.; ZHAO, A.; SANCHEZ-AZOFEIFA, A. **Assessing the Temporal Response of Tropical Dry Forests to Meteorological Drought.** *Remote*

Sens. 2020, 12, 2341. (2020).