

## **ESTIMATIVA DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE POR IMAGENS ORBITAIS NO ASSENTAMENTO RURAL ASSURINI EM ALTAMIRA - PA**

Cassiele Fonseca da Cruz <sup>1</sup>  
Raírys Cravo Herrera <sup>2</sup>  
Gabriel Alves Veloso <sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

As análises das variações da Temperatura da superfície terrestre (*Land surface temperature* - LST) é um importante componente para a investigação de processos ambientais, tanto global quanto regional, além disso, esta variável é utilizada em diversos estudos científicos, como climatologia, hidrologia, ecologia, e estudos de mudanças climáticas (Zhaoming Zhang et al., 2016). Ademais, a temperatura de superfície influencia em muitos outros processos da superfície terrestre, como evapotranspiração, saldo de radiação e modelagem de temperatura do ar, e serve como indicador para quantificar alterações nas características físicas da cobertura da terra (Sobrino e Raissouni, 2000; Cristóbal et al., 2009).

Para as análises da variação da temperatura de superfície existe uma série de metodologias, sendo as que utilizam o sensoriamento remoto na região do Infravermelho Termal (*Thermal Infrared* - TIR) são reconhecidas como uma maneira eficiente de obter informações quantitativas e qualitativas sobre a LST (Zhang et al., 2016; Tardy et al., 2016).

A principal vantagem do uso do sensoriamento remoto em relação às medidas *in loco* estão no baixo custo, pouca dificuldade operacional, grande quantidade de dados disponíveis e extensa informação espacial, o que se torna particularmente importante em regiões geograficamente heterogêneas (Pavão et al, 2017).

Portanto, mensurar a temperatura de superfície em áreas com intenso processo de mudança de uso e ocupação da terra são absolutamente necessárias para a compreensão de impactos ao meio ambiente e a influência na prestação de serviços ambientais (Chen et al, 2016). Neste contexto, uma das áreas com histórico de alteração é a região amazônia da interseção do médio rio Xingu e da rodovia BR 230 (Transamazônica) (Lopes et al, 2023) .

---

<sup>1</sup> Mestranda do Programa PPGBC - Pós Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal do Pará- UFPA, [cassielef19@gmail.com](mailto:cassielef19@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutora pelo Curso de Agronomia Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras - UFLA, [rairys@gmail.com](mailto:rairys@gmail.com);

<sup>3</sup> Professor orientador: Doutor, Universidade Federal de Goiás - UFG, [gabrielvelosogeo@email.com](mailto:gabrielvelosogeo@email.com)

Os Projetos de Assentamentos são formados a partir da desapropriação de determinado latifúndio improdutivo e a emissão de posse da terra é realizada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), órgão que é responsável pela formulação e pela execução da política fundiária nacional (Delwek, 2022). Diante disso, surge o povoamento da região do Assurini, a partir de 1975, e anos depois o projeto de assentamento Assurini foi criado pela Portaria de número 51, de 17 de julho de 1995, pelo Instituto Nacional e Reforma Agrária-INCRA, pela superintendência Regional do Pará e publicado no diário Oficial da União, do dia 18 de julho de 1995 (INCRA, 2024).

Nesse sentido, a estimativa de temperatura em cada classe do uso e ocupação da terra no projeto de assentamento Assurini se faz necessária, uma vez que se trata de um projeto de assentamento focado na produção agropecuária familiar de baixo e médio nível tecnológico, com destaque para a pecuária de corte e grandes áreas de lavouras de cacau (*Theobroma cacao* L.), além de, em menor escala, horticultura, silvicultura e piscicultura (Castro, 2017). Nos últimos anos, tem ocorrido um crescimento da agropecuária, tornando o fornecimento de subsídios ao monitoramento e preservação do meio ambiente de suma importância para a conservação dos recursos naturais (Silva e Rocha, 2022).

Com isso em vista, nossos objetivos com este estudo consistem em avaliar a variação da temperatura em cada classe do uso da terra do PA Assurini com base em dados de sensoriamento remoto.

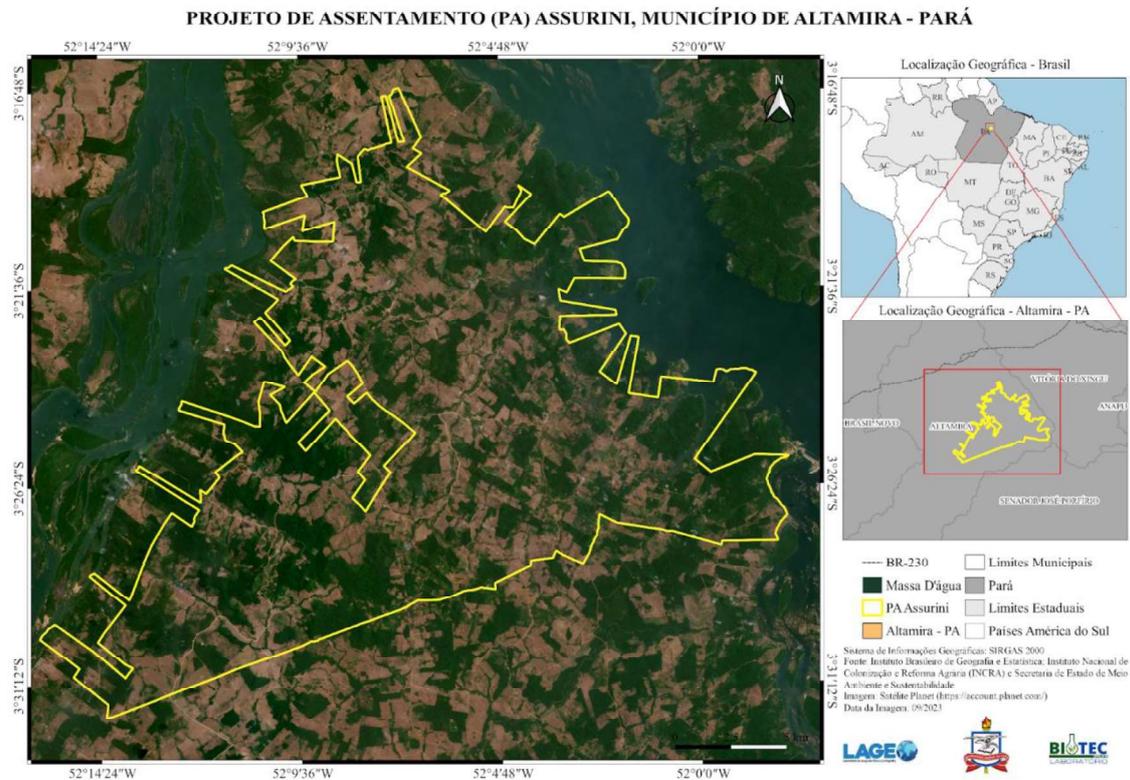
## **METODOLOGIA**

O projeto de assentamento Assurini está localizado no município de Altamira, Estado do Pará, situado à margem esquerda do Rio Xingu, em frente a cidade de Altamira, à 1 hora e 30 minutos, de balsa até o porto do Assurini (Moreira, 2023). O projeto de assentamento Assurini possui as seguintes coordenadas geográficas: 52°14'24" W, 3°16'48" S e 52°0'0" W 3°31'12" S (Figura 1) com uma área de 32.140 ha e, segundo o INCRA, possui capacidade para 453 famílias. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima de Altamira é do tipo equatorial tropical úmido (Am) com estação seca (Aw), apresentando temperaturas médias de 27,1 °C e uma precipitação pluvial mensal média de 1.700 mm (Alvares et al., 2013).

Esta área, na década de 1970, foi alvo de extensas intervenções visando o desenvolvimento e povoamento da Amazônia. O marco desse processo foi a construção da Rodovia Transamazônica, a BR-230, que atraiu migrantes de outras localidades do país (sobretudo do Nordeste), os quais vieram para a ocupação da região, em um processo organizado pelo Governo Federal (Moreira, 2023). Neste processo de ocupação, foram criados

diversos projetos de assentamentos (PA) pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) (Silva e Vieira, 2016).

**Figura 1.** Mapa de localização do projeto de assentamento Assurini ano de 2023



A temperatura de superfície terrestre (LST) foi estimada a partir de imagens do satélite Land Remote Sensing Satellite (Landsat 8) sensores Operational Land Image (OLI) e TIRS, sendo processados na plataforma do *Google earth engine* (GEE). Este satélite produz imagens com uma resolução espacial de 100 metros para a banda espectral do termal. A imagem utilizada neste estudo foi adquirida para o dia 14/08/2023, na órbita 225 e ponto 062.

### Temperatura da Superfície Terrestre

A temperatura da superfície terrestre (TST) é um parâmetro físico que diz respeito ao fluxo de calor dado em função do balanço de radiação que chega e que sai de um corpo (Melo et al., 2010). A obtenção da temperatura da superfície ( $T_s$ ) é feita através da equação de Planck invertida, em função da radiância espectral da banda termal ( $L_{\lambda 10}$ ) e da emissividade NB, segundo equação (Silva, 2011).

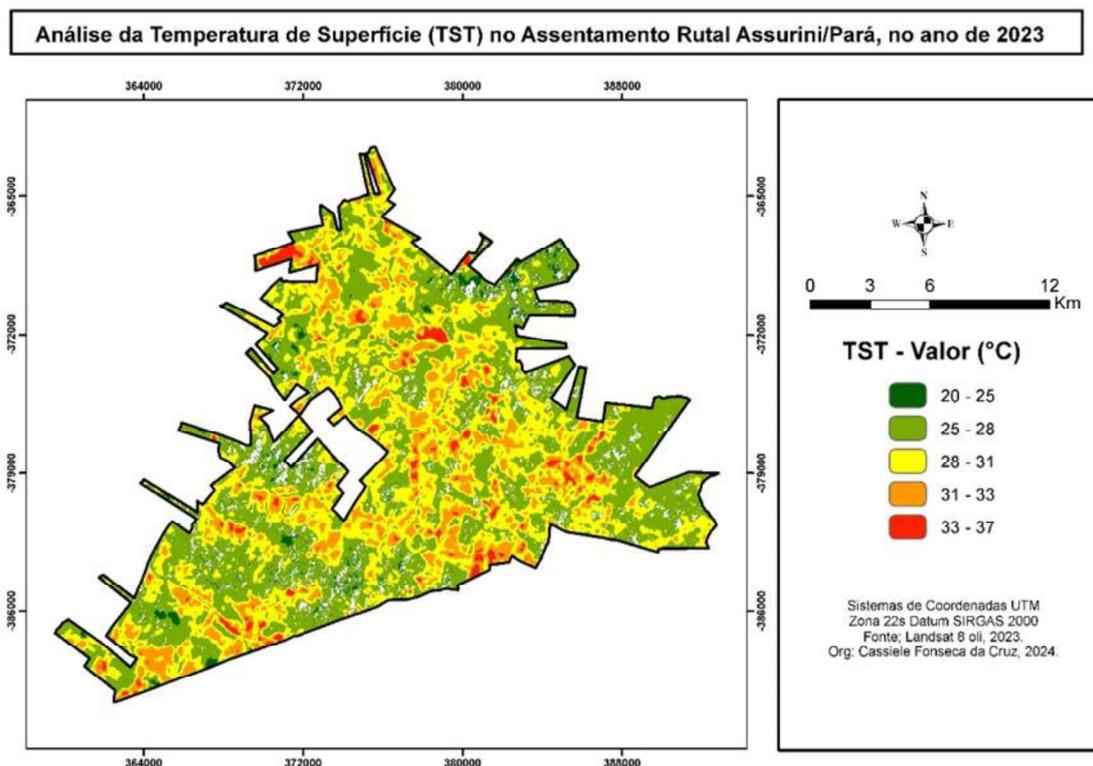
$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{\varepsilon_{NB} K_1}{L_{\lambda 10}} + 1\right)}$$

onde  $K_1 = 774,89 \text{ Wm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$  e  $K_2 = 1.321,08\text{K}$  são constantes de calibração da banda termal do Landsat 8 OLI/TIRS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem de temperatura de superfície evidencia alterações nas classes de uso do solo no PA Assurini. A Figura 2 mostra essas variações para o dia 14 de agosto de 2023. As cores frias (tons de verde escuro e verde-claro) nas faixas de temperatura de 20 °C a 28 °C indicam locais com predominância de vegetação primária, bem como pode ocorrer áreas com vegetação secundária ou áreas de agroflorestas. Já as cores laranja, na faixa de 31 °C a 33 °C, indicam áreas de pastagem, enquanto as cores laranja e vermelho, na faixa de 31 °C a 37 °C, indicam locais com predominância de vegetação rala e/ou pastagem degradada e solo exposto, correspondendo a áreas com maiores valores de temperatura para este dia analisado.

**Figura 2.** Mapa de Temperatura de Superfície (TST) durante os anos de 2023 do assentamento Assurini em Altamira-PA.



Fonte: Autores, 2024

A mudança da cobertura vegetal do assentamento permitiu que a radiação solar e a energia disponível ao ambiente fossem utilizadas para aquecer o solo e o ar (Biudes et al., 2009, Querino et al., 2017). Em Florestas com dossel fechado a umidade do solo é maior, o que também contribui para a diminuição da Temperatura de superfície terrestre (Fausto et al., 2016). Além

disso, elevadas temperatura de superfície (na classe de 33 a 37) pode indica áreas propícias à ocorrência de incêndios, que ocorrem em condições de estresse hídrico, baixa umidade e elevada insolação (Bezerra et al., 2014).

Estudos realizados por Santos (2014) indica que a área de pastagem possui absorção de calor, e isto resulta em uma maior taxa de aquecimento do ar sobre a região, além de ocorrer uma alteração no microclima local quando a floresta é substituída por pastagem e com isso eleva a um maior aquecimento da atmosfera, devido à maior disponibilidade de energia na forma de calor sensível em comparação com a floresta.

No estudo realizado no assentamento Roseli Nunes, localizado no Estado do Mato Grosso, as áreas que obtiveram os maiores valores de temperatura foram de pastagem com 45° C e as áreas de solos expostos com 46° C, e as áreas que apresentavam menores valores de  $T_s$  eram área de proteção permanente e nativa, esses valores altos ocorreram devido o desmatamento da área no assentamento logo após a sua implantação (Becker et al., 2020).

Santos et. al. (2014) encontraram valores de médias de temperatura similares a este estudo em área de floresta de 30,1 °C com desvio-padrão de 2,6 °C, enquanto que na classe de pastagem, a temperatura média foi de 32,6 °C com desvio-padrão de 2,9 °C.

Observa-se uma predominância de valores em torno dos 25°C a 31°C para o ano de 2023. Como já era previsto pela literatura, os valores baixos de Temperatura de superfície estão próximos aos corpos d'água e áreas cultivadas e vegetação primária e secundária. A temperatura de solos expostos pode variar em alguns graus em dezenas de metros e entre áreas plantadas e não plantadas a variação é maior. As regiões onde se obteve alta presença de solos expostos apresentaram as maiores temperaturas 33°C a 37°C no período estudado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo permitiu avaliar a temperatura de superfície foi sensível a dinâmica das mudanças de uso e cobertura do solo no assentamento Assurini. A estimativa desta variável por dados de sensoriamento remoto se mostrou eficiente para avaliar a distribuição espacial da temperatura em diferentes classes de uso e ocupação do solo. Foi observado que áreas de florestas apresentaram as menores temperaturas, variando entre 20°C a 28°C, diante disso, a floresta fornece benefícios para os processos ecossistêmicos como a regulação do clima, já as áreas de pastagem apresentaram maiores temperaturas, variando entre 31°C a 37°C e isso evidencia que as dinâmicas de uso e ocupação da terra do projeto de assentamento Assurini podem influenciar nas mudanças de temperatura de superfície.

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e incentivo a realizar a pesquisa. Agradecemos também ao Programa de Pós-Graduação PPGBC - UFPA pelo suporte acadêmico, e aos laboratórios Biotec e Lageo pela infraestrutura e recursos disponibilizados para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.D. de; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. SEBAL Surface Energy Balance Algorithm for Land – Advanced Training and Users Manual – **Idaho Implementation**, version 1.0, 2002a.
- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Satellite-Based energy balance for mapping evapotranspiration with internalized calibration (METRIC) – Model. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 133, n. 4, p.380 – 394, 2007.
- BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 1, p.73 84, 2014.
- Becker et al. Efeitos da implantação e dinâmica do uso do solo sobre parâmetros biofísicos da superfície no assentamento rural Roseli Nunes em Mato-Grosso - Brasil. *Revista RA'EGA*, Curitiba, PR, v.8, n.2, p. 221 – 135, 12/2020.
- CASTRO, A W. Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Projeto de Assentamento Assurini, localizado no município de Altamira-Pará. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto - SBSR.
- BIUDES, M. S., CAMPELO JÚNIOR, J. H., NOGUEIRA, J. S., SANCHES. L. Estimativa do balanço de energia em cambarazal e pastagem no norte do Pantanal pelo método da razão de Bowen. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 2, p.135 - 143, 2009.
- CHEN, X.; ZHAO, H; LI, P. e YIN, Z. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes, *Remote Sensing of Environment*, V. 104, Issue 2, P. 133-146, 2006. ISSN 0034-4257.
- CRISTÓBAL, J.; JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; SOBRINO, J. A.; NINYEROLA, M.; PONS, X. Improvements in land surface temperature retrieval from the Landsat series thermal band using water vapor and air temperature, *Journal of Geophysical Research*, v. 114, D08 103, 2009.
- CHEN, F.; YANG, S.; SU, Z.; WANG, K. Effect of emissivity uncertainty on surface temperature retrieval over urban areas: Investigations based on spectral libraries. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, v. 114, p. 53–66, 2016.
- DARCAN, N.; GÜNEY, O. Alleviation of climatic stress of dairy goats in Mediterranean climate. *Small Ruminant Research*. Vol.74, 212-215, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.02.007>
- M. DELWEK. A crise econômica, social, ambiental, política e agrária não são por acaso. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3s3TdsL>. Acesso em: 01 out. 2022. [2] INCRA. Assentamentos - Relação de Projetos. 2022. Disponível <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/as-sentamentos-relacao-de-projetos>. Acesso em: 02 julho. 2024.
- FAUSTO, M. A.; ANGELINI, L. P.; MARQUES, H. O.; FILHO, A. S.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Impacto da alteração do uso do solo no saldo de radiação no Cerrado do sul de Mato Grosso. *Revista Ambiente & Água*, v.11, n. 2, p.350 361, 2016.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Painel dos Assentamentos. 2020. Disponível em: Acesso em: 12 de dezembro de 2024.

LI, Z. L.; WU, H.; WANG, N.; QIU, S.; SOBRINO, J. A.; WAN, Z.; TANG, B. H.; YAN, G. (a) Land surface emissivity retrieval from satellite data. **International Journal of Remote Sensing**. v. 34, p. 3084–3127, 2013.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate – KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Eds): Handbuch der Klimatologie – Gebrüder Bornträger, Berlin, 1, 1–44, part C, 1936.

LOPES, S. H. C.; SOARES, S.A.D.; LOBATO, M.M.; MANESCHY, Q.R. Territorialização da atividade pecuária no sudeste paraense. **Revista do núcleo de meio ambiente da UFPA**. REUMAM, V. 8, N. 1, 2023, ISSN online 2595-9239.

MADER T.L.; JOHNSON L.J.; GAUGHAN, J.B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. **Journal of Animal Science**. Vol. 88, 2153-2165, 2010. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2586>

M. DELWEK. A crise econômica, social, ambiental, política e agrária não são por acaso. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3s3TdsL>. Acesso em: 01 out. 2022. [2] INCRA. Assentamentos - Relação de Projetos. 2022. Disponível <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/as-sentamentos-relacao-de-projetos>. Acesso em: 02 julho. 2024.

MARKHAM, B. L.; BARKER, L. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

MELO, A. A. J. et al. Estimativa da temperatura de superfície através de imagens orbitais. **Editora realize**. 2010.

MOREIRA, M.M.A. Contribuição de desafios da política pública- Pronaf para a permanência das famílias que foram beneficiadas no assentamento rural – PA – Assurini, Altamira, Pará, no período de 2010 a 2015.

QUERINO, C. A. S.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G.; QUERINO, J. K. A. S.; SANTOS NETO, L. A.; SILVA, M. J. G.; ARRUDA, P. H. Z.; NOGUEIRA, J. S. Balanço de ondas curtas sobre floresta sazonalmente alagável do Pantanal Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, p.250 – 264, 2017.

SANTOS, C. A. C.; ARAÚJO, A. L.; NASCIMENTO, R. L.; BEZERRA, B. G. Obtenção do saldo de radiação em áreas de pastagem e floresta na Amazonia (estação seca) através do sensor. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.29, n.3 , p 420- 432, 2014.

SHALABY, A. E.; TATEISHI, R. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt, **Applied Geography**, V. 27, Issue 1, 2007, Pages 28-41, ISSN 0143-6228. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2006.09.004> » <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2006.09.004>

SILVA, M.M.; ROCHA, S. G. C. Mudanças na agricultura de corte e queima em Altamira, Pará. **Research, Society and development**, v. 11, n. 5 e11

SILVA, M. M. da .; ROCHA, C. G. S. . Changes in cut and burn agriculture in Altamira, Pará. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 5, p. e11611528087, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.28087. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28087>. Acesso em: 19 aug. 2024.

SILVA, V. C. S.; VIEIRA, I. C. G. Barômetro da Sustentabilidade aplicado a assentamentos rurais do leste do Estado do Pará, Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, 2016.

SOBRINO, J. A.; RAISSOUNI, N. Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 2, p. 353366, 2000.

STERN, N. The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: Grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models. **J. Econ. Lit.** 51, 838–859 (2013). <https://doi.org/10.1257/jel.51.3.838>

PAVAO, V. M. et al. Impacto da Conversão da Cobertura Natural em Pastagem e Área Urbana sobre Variáveis Biofísicas no Sul do Amazonas. **Rev. bras. meteorol.** V. 32, n. 3, p. 343-351, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863230002>

» <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863230002>

TAN, K.; LIAO, Z.; DU, P.; and WU, L. Land surface temperature retrieval from Landsat 8 data and validation with geosensor network, **Frontiers in Earth Science**, p. 20–34, 2017.

TARDY, B.; RIVALLAND, V.; HUC, M.; HAGOLLE, O.; MARCQ, S.; AND BOULET, G. A Software Tool for Atmospheric Correction and Surface Temperature Estimation of Landsat Infrared Thermal Data. **Remote Sensing**. v. 8, n. 696, 2016.

TAMM, M. *et al.* The compression of perceived time in a hot environment depends on physiological and psychological factors. **Q. J. Exp. Psychol.** 67, 197–208 (2014). <https://doi.org/10.1080/17470218.2013.804849>

TAWATSUPA, B. et al. Association between heat stress and occupational injury among Thai workers: **Findings of the Thai cohort study**. *Ind. Health* 51, 34-46 (2013). <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0138>»<https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0138>

STERN, N. The structure of economic modeling of the potential impacts of climate change: Grafting gross underestimation of risk onto already narrow science models. **J. Econ. Lit.** 51, 838-859 (2013). <https://doi.org/10.1257/jel.51.3.838>

» <https://doi.org/10.1257/jel.51.3.838>

USGS (United States Geological Survey). **Using the USGS Landsat 8 Product**. Disponível em: [https://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](https://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php). Acesso em: 27.julho.2024.

ZANDER, K. K. et al. Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. **Nature Climate Change**. v. 5, pages 647–651 (2015). <https://doi.org/10.1038/nclimate2623>

ZHANG, Z., HE, G., WANG, M., LONG, T., WANG, G., ZHANG, X., AND JIAO, W. Towards an operational method for land surface temperature retrieval from Landsat 8 data. **Remote Sensing Letters**, v. 7, n. 3, pp. 279–288, 2016.

ZHAOMING ZHANG, G. H. *et al.* Towards an operational method for land surface temperature retrieval from Landsat 8 data. **Towards an operational method for land surface temperature retrieval from Landsat 8 data**, [s. l.], 6 jan. 2016.

ZANDER, K. K. et al. Heat stress causes substantial labour productivity loss in Australia. **Nature Climate Change**. v. 5, pages 647-651 (2015). <https://doi.org/10.1038/nclimate2623>  
» <https://doi.org/10.1038/nclimate2623>