

A INFLUÊNCIA DA RPPN INSTITUTO TERRA NA AMENIZAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE LOCAL: ANÁLISE E EVIDÊNCIAS

Dara Nogueira Formigoni¹

RESUMO: O presente trabalho foi um estudo de caso realizado na Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Bulcão/Instituto Terra no município de Aimorés-MG, área que foi acometida por décadas de desmatamento com agressivas formas de utilização e abandono de suas terras. O objetivo principal foi de realizar uma análise espaço-temporal da Temperatura de Superfície no interior da RPPN em 1988 (anterior a sua fundação) e em 2023 após o processo regeneração da Mata Atlântica de maneira a evidenciar a influência da área reflorestada, no microclima da reserva e áreas adjacentes. A metodologia envolveu revisão bibliográfica sobre a temática a aquisição de imagens da série Landsat, o processamento e análise de imagens termais anteriores e posteriores ao reflorestamento. Os resultados revelaram que a Temperatura de Superfície se relaciona com a vegetação, e que áreas reflorestadas apresentam uma amenização importante na temperatura de superfície, o que destaca a importância de se promover a conservação das florestas e pensar em outras soluções para garantir e ampliar essa redução da temperatura. Além disso, destaca-se a possibilidade de se replicar a metodologia em virtude dos dados e software de SIG terem sido coletados em bases livres e de fácil acesso.

Palavras-chave: Geotecnologias. Sensoriamento Remoto. Instituto Terra. Reflorestamento.

THE INFLUENCE OF TERRA INSTITUTE'S RPPN ON LOCAL SURFACE TEMPERATURE: ANALYSIS AND EVIDENCE

ABSTRACT: The present work was a case study carried out in the Private Natural Heritage Reserve – RPPN Bulcão Farm/Instituto Terra in the municipality of Aimorés-MG, an area that was affected by decades of deforestation with aggressive forms of use and abandonment of its lands. The main objective was to carry out a spatial-temporal analysis of the Surface Temperature within the RPPN in 1988 (prior to its foundation) and in 2023 after the Atlantic Forest regeneration process in order to evidence the influence of the reforested area on the microclimate of the reserve and adjacent areas. The methodology involved a literature review on the subject of the acquisition of images from the Landsat series, the processing and analysis of thermal images before and after reforestation. The results revealed that the Surface Temperature is related to the vegetation, and that reforested areas present an important softening in the surface temperature, which highlights the importance of promoting the conservation of the forests and thinking of other solutions to ensure and increase this temperature reduction. In addition, the possibility of replicating the methodology is highlighted because the GIS data and software have been collected in free and easily accessible databases.

Keywords: Geotechnologies. Remote Sensing. Instituto Terra. Reforestation.

¹ Graduanda em Geografia pela Universidade Federal do Espírito Santo (2024), Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias (LCGGEO). E-mail: dara.formigoni@edu.ufes.br

LA INFLUENCIA DE LA RPPN INSTITUTO TERRA EN LA MITIGACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL LOCAL: ANÁLISIS Y EVIDENCIA

RESUMEN: El presente trabajo fue un estudio de caso realizado en la Reserva Privada del Patrimonio Natural – RPPN Instituto Terra en el municipio de Aimorés-MG, área que fue afectada por décadas de deforestación con formas agresivas de uso y abandono de sus tierras. El objetivo principal fue realizar un análisis espacio-temporal de la Temperatura Superficial dentro de la RPPN en 1988 (previo a su fundación) y en 2023 después del proceso de regeneración de la Mata Atlántica con el fin de evidenciar la influencia del área reforestada en el microclima de la reserva y áreas adyacentes. La metodología implicó una revisión de la literatura sobre el tema de la adquisición de imágenes de la serie Landsat, el procesamiento y análisis de imágenes térmicas antes y después de la reforestación. Los resultados revelaron que la Temperatura Superficial está relacionada con la vegetación, y que las áreas reforestadas presentan un importante reblandecimiento en la temperatura superficial, lo que pone de manifiesto la importancia de promover la conservación de los bosques y pensar en otras soluciones para asegurar e incrementar esta reducción de temperatura. Además, se destaca la posibilidad de replicar la metodología debido a que los datos y el software SIG se han recopilado en bases de datos gratuitas y de fácil acceso.

Palabras clave: Geotecnologías. Teledetección. Instituto Terra. Reforestación.

1 INTRODUÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO

O município de Aimorés, está localizado no estado de Minas Gerais, faz fronteira com o estado do Espírito Santo, e segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2021), corresponde a uma área territorial de 1.348,913km², e tem uma população estimada de 25.140 habitantes. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a região do Vale do Rio doce está contida no clima tropical – Aw (MARTINS, 2018).

Aimorés-MG está no domínio do bioma Mata Atlântica, este que sofreu e sofre com os efeitos do desmatamento. Dean (1995), escritor do livro “A Ferro e Fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira”, descreveu o processo responsável pelos resultados de anos de desmatamento no Brasil. De acordo com o autor, os impactos antrópicos, que se iniciaram com a ocupação do bioma por grupos nômades de

caçadores-coletores, têm sequência com o cultivo da agricultura indígena, a partir disso, inicia-se a derrubada da floresta com fogo, e teve como responsável pelo maior período de devastação, a colonização europeia. Foi neste momento, no Nordeste do país, que extensas porções da floresta foram desmatadas, sendo a vegetação substituída predominantemente por pastos e pelo cultivo de cana-de-açúcar.

Fundamentado nisso, nas décadas seguintes, com o ciclo econômico da mineração e com o desenvolvimento da cafeicultura no Sudeste do país, também teve início o processo de devastação no bioma Mata Atlântica. Além disso, o processo de modernização do país, ocorrido no século XX, demandou a criação de estradas, ferrovias, loteamentos urbanos e indústrias. Tendo sido este, o período de maior intensidade de danos. De acordo com dados do SOS Mata Atlântica, a floresta abrange 15% do território nacional, é onde se concentra 72% da população brasileira concentra 80% do PIB nacional, e restam apenas 12, 4% de área bem preservada da floresta original.

Deste modo, de acordo com Oliveira (2013), a supressão da vegetação para dar lugar a infraestruturas urbanas e demais usos da terra, modificam as trocas de energia entre a superfície e a atmosfera e provocam mudanças de comportamento da temperatura e umidade relativa do ar. Assim, ele expõe que a vegetação exerce influências sobre o clima de determinada região.

Neste sentido, o objeto de estudo desta pesquisa é a fazenda Bulcão, que corresponde a uma porção de Mata Atlântica que passou pelos processos de degradação, e que a partir de 1998, sob a administração de Sebastião Salgado e Lélia Deluiz Wanick Salgado, recebeu o título de Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Fazenda Bulcão.

O título foi o primeiro reconhecimento ambiental concedido no Brasil a uma propriedade completamente degradada, a partir do compromisso de que esta área seria reflorestada. Posteriormente, esta área recebeu o nome de Instituto Terra, e que de acordo com o último relatório anual de atividades (INSTITUTO TERRA, 2023, p. 14), já possui cerca de 2.100 hectares de terra em ações de reflorestamento de Mata Atlântica. Abaixo (Figura 1), observa-se duas fotos realizadas a partir de um ponto

semelhante, onde nota-se à mudança perceptível na paisagem área da fazenda, entre 2001 e 2013.

Figura 1. Fotos do Instituto Terra nos anos de 2001 e 2013.



Fonte: Instituto Terra

Desta forma, a região em questão, corresponde a uma área que possui seu próprio microclima, que de acordo com Correa, Coelho e Vale (2015), Moreira et. al (2020), é definido pela análise em microescala de 2 km de extensão.

Considerando os dados de desmatamento descritos acima e os encontrados dos últimos relatórios do IPCC (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS), disponibilizados em 2019 e 2021 (IPPC, 2019 e 2021), que demonstram as previsões de um crescimento acelerado do processo de aquecimento da terra, e alerta sobre a relevância das ações antrópicas no contexto da temperatura média global, este trabalho parte da hipótese que áreas reflorestadas, apresentam um potencial na melhoria das condições da temperatura de superfície em função de seu próprio microclima.

Dada a dificuldade em obter dados precisos de temperatura do ar, muitos estudos optam por utilizar a temperatura de superfície como uma variável climática de interesse e eficiência. Isso é impulsionado, em parte, pela capacidade de medição por sensores remotos, que permitem a observação de áreas extensas de estudo simultaneamente, além das correlações favoráveis que essa variável apresenta com diferentes tipos de usos das terras (HU; JIA, 2010; WENG, 2009 apud FERREIRA, 2019).

A observação da temperatura de superfície por meio de sensores térmicos envolve a medição da Radiação Eletromagnética (REM) emitida por objetos e superfícies. A REM é gerada por diversos processos, incluindo mudanças nos níveis de energia dos elétrons, aceleração de cargas elétricas, decaimento de substâncias radioativas e movimento térmico de átomos e moléculas. No caso do Sol, as reações nucleares geram um amplo espectro de REM, que é transmitido até a atmosfera terrestre sem alterações significativas. A partir desse ponto, a REM interage com a atmosfera terrestre por meio de reflexões, absorções, dispersões, entre outros processos, antes de atingir objetos na superfície (CAMPBELL; WYNNE, 2011 apud FERREIRA, 2019).

O microclima de uma região é altamente sensível ao tipo de cobertura da superfície, que está diretamente relacionada à quantidade de energia disponível para os processos de aquecimento da superfície e da atmosfera (calor sensível) e para a evapotranspiração (calor latente). Mudanças na cobertura vegetal influenciam a distribuição dessa energia, afetando variáveis críticas como temperatura e umidade relativa. Desta maneira, áreas com densa cobertura vegetal direcionam grande parte da energia solar incidente para o processo de evapotranspiração, desempenhando um papel fundamental na regulação térmica e hídrica do ambiente (MEDEIROS et al., 2005; VAREJÃO SILVA, 2006; BIUDES et al., 2015 apud GUILHERME; BIUDES; MOTA, MUSIS, 2020).

O Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) reconheceu a importância da conservação das florestas tropicais para a redução das emissões globais de carbono. Atualmente, a Redução de Emissões do Desmatamento e Degradação Florestal, conhecida como REDD, desempenha um papel importante nas discussões internacionais sobre mudanças climáticas, sendo considerada uma estratégia de curto e médio prazo para mitigar os impactos adversos das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) no planeta, por meio da redução da destruição das florestas (BARBOSA, 2008 apud LUCON; LONGO, 2019).

Como resultado de uma pesquisa a respeito da relação entre o índice de vegetação e a temperatura de superfície na cidade de Maceio-AL, Almeida (2015) observou que “as áreas que apresentam valores inferiores a 27°C correspondem a áreas com maior

volume de vegetação, que ajuda a diminuir a temperatura da superfície do solo e do ar através do efeito direto de sombreamento e da evapotranspiração”.

Além disso, outros estudos demonstram que áreas em que há um predomínio de mata apresentam menores temperaturas de superfície, como é o caso da análise produzida na Bacia Barra dos Coqueiros (Goiás), em que foi observado que as temperaturas de superfície variaram ao longo da bacia de acordo com a condição do uso do solo, em que:

As temperaturas acima de 31,1°C corresponderam ao solo exposto, áreas lavoura colhida ou ainda em áreas com solo preparado para o plantio; no intervalo de 25,1 a 31,1°C encontram-se predominantemente em pastagens e em pequenas porções de matas (cerrados), a classe compreendida entre 18,8 e 25,1°C apresentaram sob áreas de matas e de culturas (PEREIRA, 2012, p. 11).

2 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo principal realizar uma análise espaço-temporal da temperatura de superfície no interior da RPPN Fazenda Bulcão/Instituto Terra em 1988 (anterior a sua fundação) e em 2023 após o processo regeneração da Mata Atlântica evidenciando a influência da área reflorestada, no microclima da reserva, além de compará-la a um polígono localizado em área próxima, que manteve as características de uso de uso da terra, neste mesmo período.

Como objetivos específicos:

- Descrever as principais etapas do processo de pesquisa, aquisição, seleção e análise de imagens da série Satélite Landsat 5 e 8 das bandas visível e termal na área de estudos para os anos de 1988 e 2023 respectivamente;
- Confecção do mapeamento temporal antes e pós-implantação da RPPN evidenciando as transformações na cobertura vegetal e o impacto na temperatura de superfície na região e a influência da vegetação demonstrada a partir do *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

3 METODOLOGIA

Para realizar os objetivos propostos desta pesquisa a mesma foi dividida em quatro etapas principais, sendo: a primeira, dedicada a aquisição de referencial teórico entre livros, teses, dissertações, monografias, artigos científicos que abordam os temas elencados na pesquisa, tais como: Clima; Temperatura de Superfície; Vegetação; Sensoriamento Remoto (SR) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e também a análise do processo de implantação da RPPN Fazenda Bulcão/Instituto Terra, considerando a data de início de reflorestamento até os relatórios atuais.

A segunda etapa tratou da aquisição de Planos de Informações como limite municipal, estadual, junto ao Instituto Pristino e aquisição das imagens da série Landsat 5 e 8 (Quadro 1), que considerou critérios de seleção de cenas/imagens correspondentes aos meses seco/estiagem em que as condições climáticas impactam mais na temperatura de superfície e também cenas/imagens, no objeto de estudos, isentas de nuvens, defeitos, ranhuras ou deformações, através dos sites do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2022).

Quadro 1 – Dados das imagens de satélite

Satélite	Sensor	Orbita/Ponto	Data de passagem e hora	Banda Utilizada
Landsat 5	TM	216/074	21/07/1988 9:15hs	BANDA 6
Landsat 8	TIRS	216/074	19/05/2023 12:44hr	BANDA 10

Fonte: elaborada pelos autores

Na terceira etapa foi realizado o processamento e mapeamentos da temperatura de superfície e cobertura da terra por meio do SIG Qgis QGIS 3.12 empregando a projeção Transversa de Mercator (UTM), com Datum de referência SIRGAS 2000 e na zona 24 Sul, para manter uma padronização cartográfica.

A etapa da geração da imagem termal utilizou os parâmetros fixos de conversão de níveis de cinza da imagem (NC) para radiância, depois para temperatura Kelvin e por fim para graus Celsius (°C) conforme metodologia discutida por Chander et al., (2009) expressa nas Equações 1 e 2, inseridas na calculadora raster do SIG supracitado. Os

elementos da fórmula de conversão para radiância, bem como, a TM + Constante de Calibração da banda termal, são descritos nas equações 1 e 2, respectivamente.

1 – Equação para conversão dos níveis de cinza em radiância.

$$L_{\lambda} = ((l_{\max} \lambda - \lambda_{\min}) / (QCALMAX - QCALMIN)) * (QCAL - QCALMIN) + \lambda_{\min} \quad (1)$$

As Tabelas 1 e 2 traduzem os elementos da fórmula de conversão e os valores da constante de calibração.

Tabela 2: TM + Constante de calibração da banda termal

<i>Constant 1 – K1 Watts / (metros quadrado ster*mm)</i>	<i>Constant 2 – K2 Kelvin</i>
<i>TM/Landsat-5</i>	
607,76	1.269,56

Adaptado de Chander (2009).

Tabela 1: Elementos da fórmula de conversão para radiância

L_{λ}	Radiância espectral em sensor de abertura em watts
QCAL	Valor quantizado pelo pixel em DN
$L_{\min} \lambda$	Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMIN em Watts = 0.000
$L_{\max} \lambda$	Radiância espectral, que é dimensionado para QCALMAX = 17.040
QCALMIN	Mínimo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{\min} \lambda$), em DN = 1
QCALMAX	Máximo valor quantizado calibrado pixel (correspondente a $L_{\max} \lambda$) no DN = 255

Adaptado de Chander (2009).

Após a transformação dos valores em radiância foi aplicada a Equação 2 com a finalidade de transformar os valores obtidos na primeira, em temperatura de valor em Kelvin:

2 – Equação para conversão de temperatura.

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad (2)$$

Onde:

T = Temperatura efetiva no satélite em Kelvin; K2 = Constante de calibração K1 = Constante de calibração L = Radiância espectral em Watts / (metro quadrado).

Após esta etapa os valores de temperatura Kelvin foram subtraídos pelo seu valor absoluto (-273,15), gerando o raster de temperatura de superfície em graus Celsius (°C), possibilitando a análise dos dados e mapeamento da temperatura de superfície para a área em estudo. É importante destacar que para este trabalho, foram utilizadas bases livres de aquisição e processamento de dados, tais como o site da USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), e um Sistema de Informações Geográficas livre e aberto, o Software QGIS. Cabe destacar também que o uso dessas tecnologias de bases livres, torna possível que ela seja empregada em outras áreas de estudo a serem analisadas, sem custos.

A quarta etapa, tratou-se de elaborar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI, do inglês "Normalized Difference Vegetation Index") é uma medida amplamente utilizada na detecção e monitoramento de vegetação em imagens de sensoriamento remoto, como imagens de satélite. Ele é calculado a partir das bandas espectrais do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED) da seguinte forma: NDVI é calculado como a razão entre as intensidades medidas no vermelho (R) e no infravermelho próximo (NIR) das bandas espectrais

3 – Equação para obtenção do NDVI.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (3)$$

Onde: NIR = Infravermelho próximo (0,75 – 0,90 µm); e R = Vermelho (0,63 – 0,70 µm).

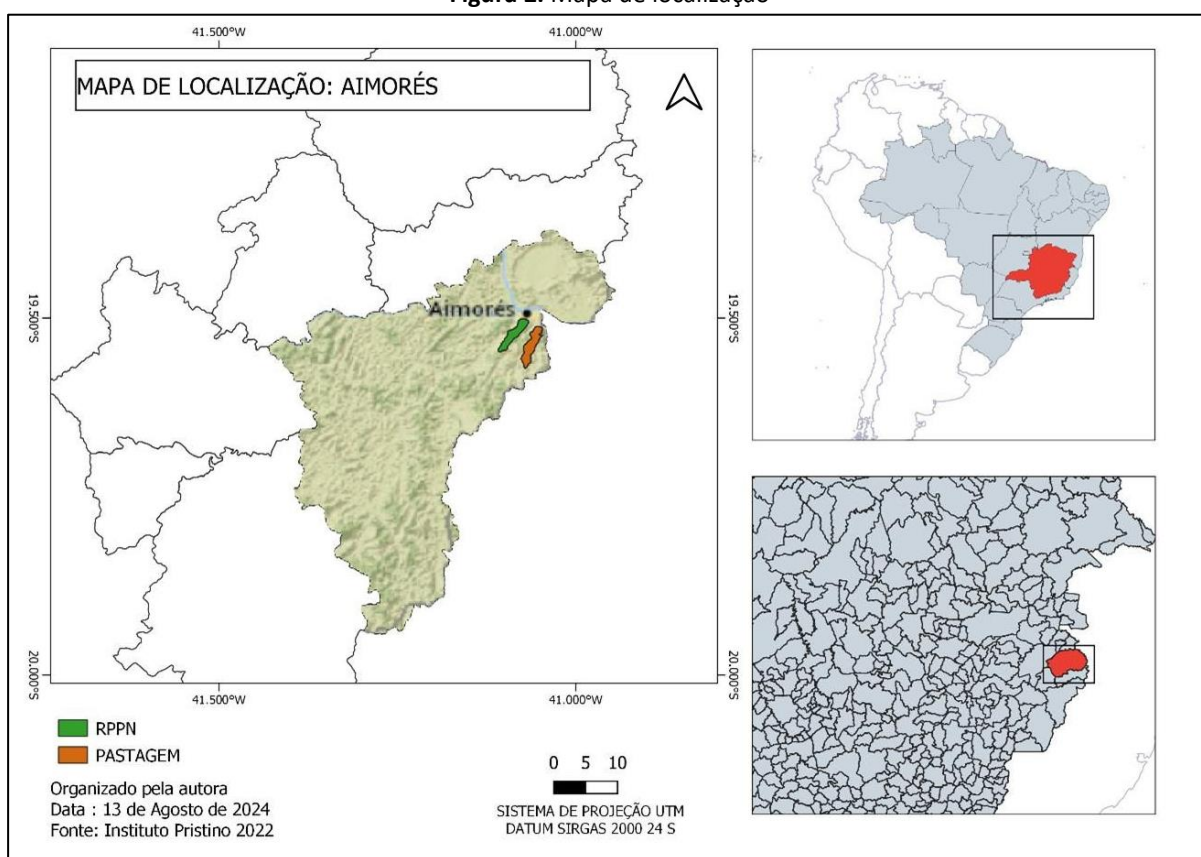
Segundo Liu & Ming (2000) apud Almeida (2015), valores de NDVI maiores que 0,6 estão associados à vegetação extremamente evidente, e de 0,3 a 0,6 a cobertura vegetal é pouco densa.

As imagens processadas no Software Qgis, foram adquiridas no site Sentinel Hub (<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>), sendo selecionadas as com 0% de nuvens, para não interferir nos resultados, e obtidas pelo satélite Sentinel-2, no dia 25/09/2023.

4 RESULTADOS

Como resultados tem-se a cartografia elaborada da localização (Figura 2), onde destaca-se, o polígono representado em verde, que se refere ao Instituto Terra e ao lado, na cor laranja, um polígono de área degradada por pastagem, que foi incorporado a esta pesquisa para análises, por se tratar de uma delimitação que possuía em 1988 condições de uso da terra semelhantes as do Instituto no mesmo ano, e em virtude de que em 2023 a mesma área ainda mantém um uso semelhante ao antigo.

Figura 2. Mapa de localização

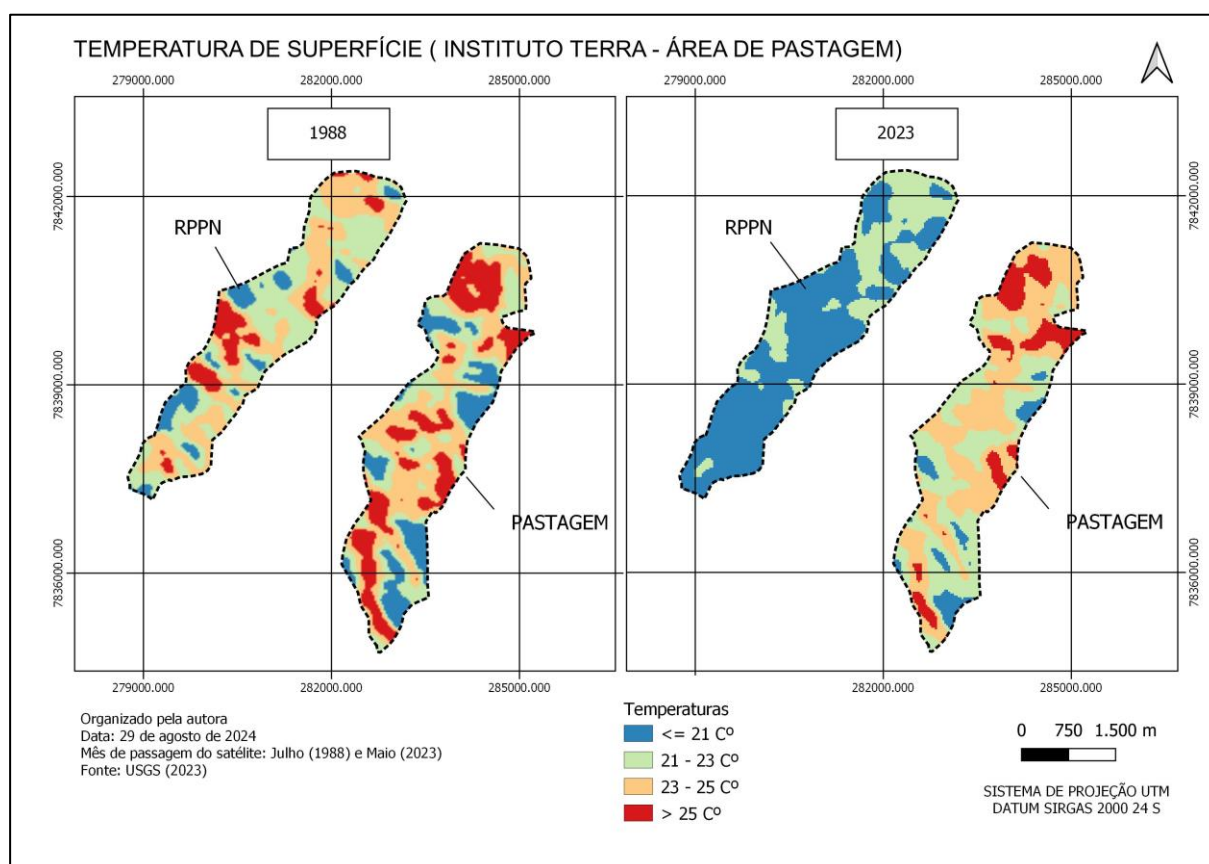


Fonte: Produção da autora

A partir da delimitação de de outro polígono, com as mesmas características de relevo e área aproximada, vizinho ao Instituto Terra, é possível realizar uma comparação entre os tipos de coberturas da terra/vegetação e sua influência na temperatura de superfície para os anos de 1988 e 2023.

Como segundo resultado (Figura 3), tem-se o processamento realizado sobre as imagens termais, que estão apresentados os polígonos do Instituto Terra (esquerdo), ao lado do polígono para comparação (área de pastagem a direita), com resultados de temperatura de superfície para os anos de 1988 e 2023 respectivamente.

Figura 3. Temperatura de Superfície- 1988 e 2023

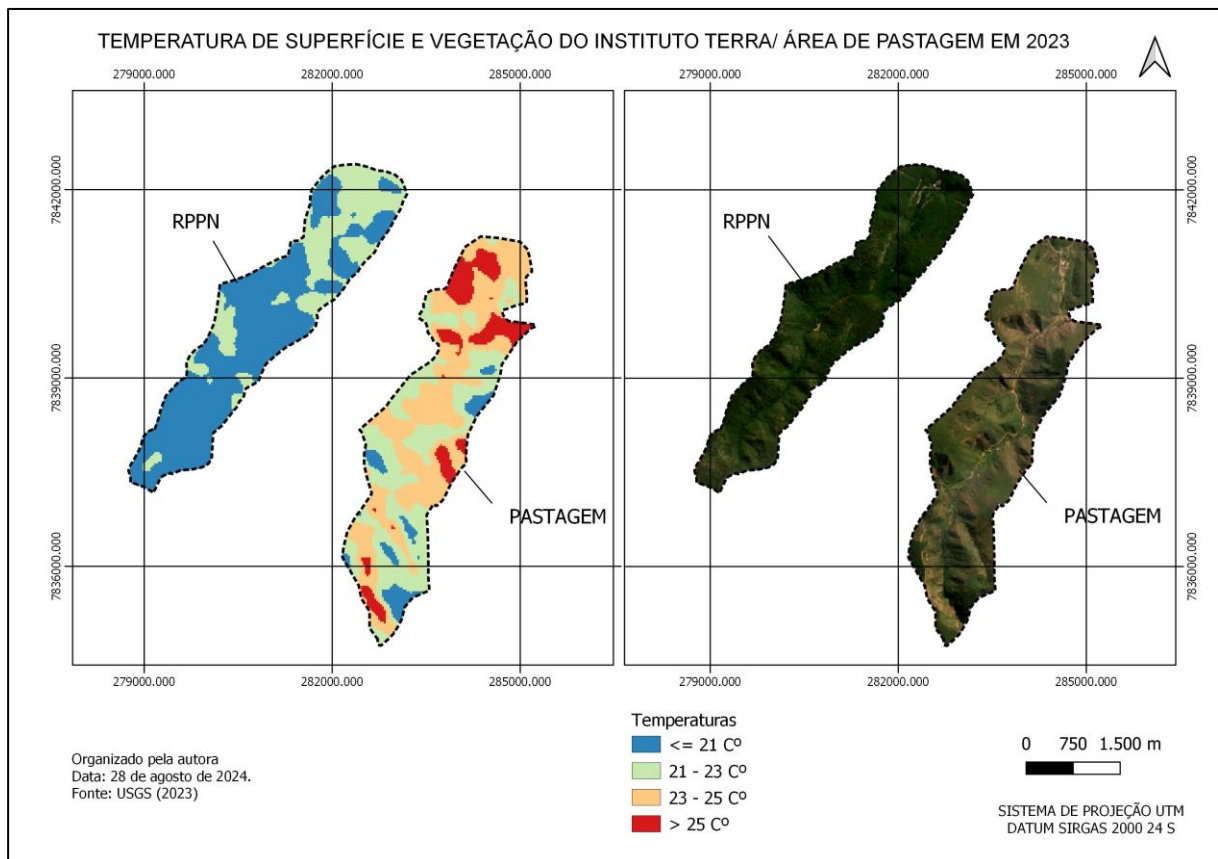


Fonte: Produção da autora

Observa-se como resultado deste mapeamento temporal, que no ano de 1988, no polígono do Instituto Terra, parte expressiva da área corresponde a temperaturas entre 23 e 25C°, igualmente registrado no polígono delimitado ao lado. Enquanto em 2023, nota-se uma considerável redução nos valores de temperaturas, sendo predominantemente mantidas no intervalo entre 21 e 23C° na área correspondente, e em grande parte correspondentes a 21°C. Diferentemente, o polígono ao lado, demonstra uma manutenção das temperaturas superiores, com uma redução menos significativa ao logo dos anos.

O resultado da redução de temperatura no Instituto Terra, é resultado dos anos de plantio de árvores nativas, que formam uma mata densa e garantem a manutenção de temperaturas mais amenas. A figura 4 demonstra a relação entre as temperaturas observadas em 2023 e as condições de preservação da floresta.

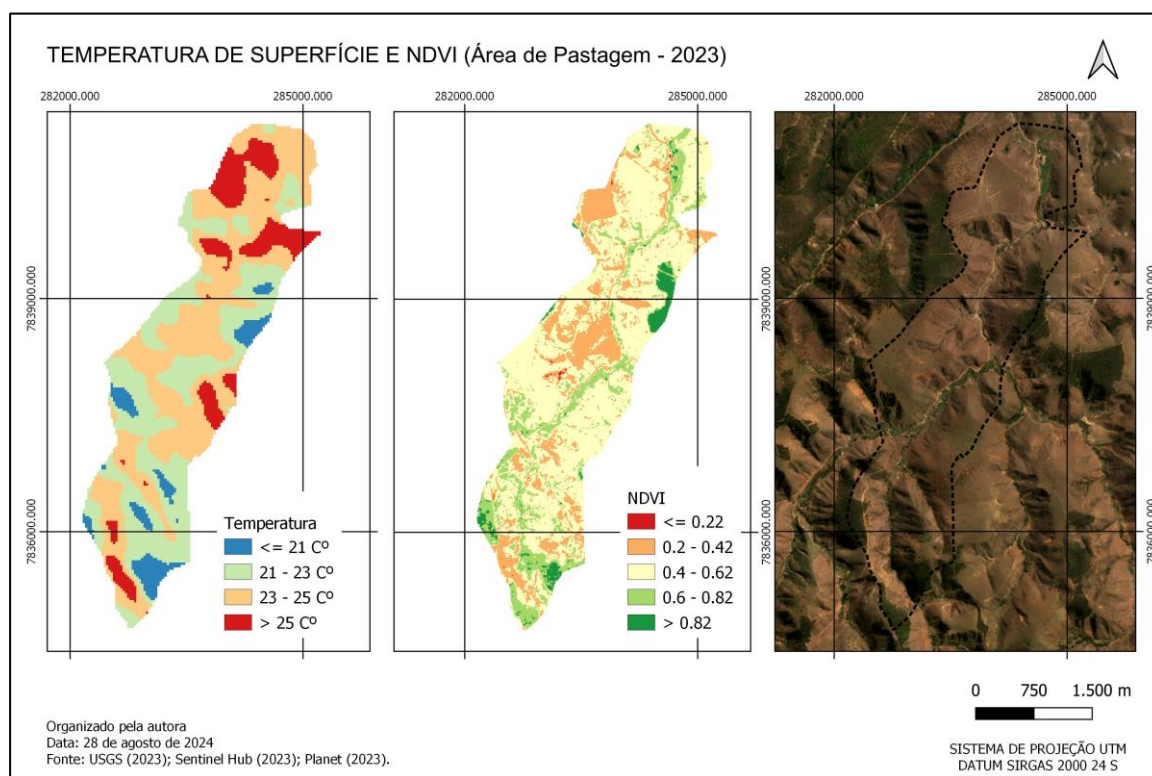
Figura 4. Temperatura de Superfície e vegetação



Fonte: Produção da autora

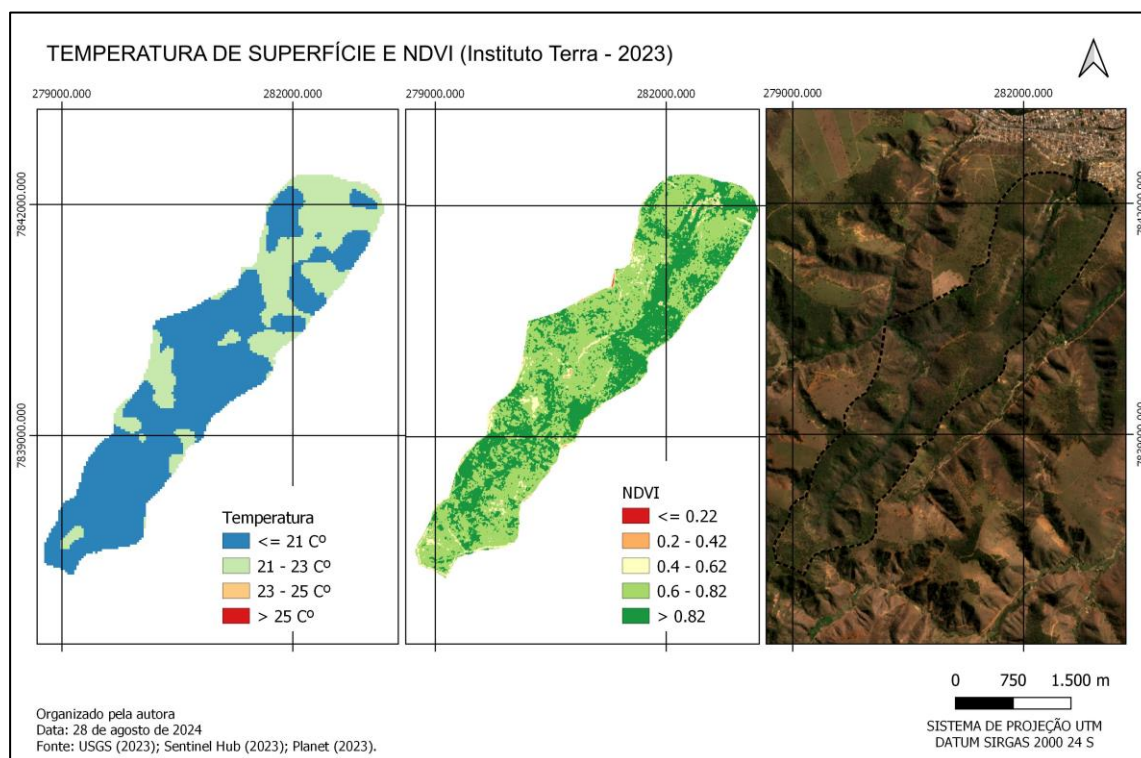
Como ultimo resultado, tem-se dois mapas (Figuras 5 e 6), onde observa-se o resultado da temperatura de superfície relacionando com a vegetação e os índices de NDVI, ambos para o ano de 2023, por serem as condições mais atuais em que se encontram.

Figura 5. Temperatura de Superfície e NDVI – Área de pastagem



Fonte: Produção da autora

Figura 6. Temperatura de Superfície e NDVI – Instituto Terra



Fonte: Produção da autora

Nota-se que para a área de pastagem, os índices de NDVI se concentram predominantemente entre 0.2 e 0.42, enquanto para o Instituto os valores correspondem em grande parte da área entre 0.6 e 0.82. Como mencionado os valores de NDVI acima de 0.6 demonstram uma vegetação densa, o que se relaciona com as temperaturas mais reduzidas observadas na extensão do Instituto Terra.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a apresentação dos resultados, é possível concluir que a Temperatura de Superfície se relaciona com a vegetação, e que áreas reflorestadas podem apresentar uma amenização na temperatura de superfície, o que destaca a importância de se promover a proteção das florestas e de desenvolver outras soluções para garantir e ampliar essa redução da temperatura.

A partir desse levantamento de temperatura da superfície, permite outros estudos / pesquisas como análise do conforto térmico e suporte para elaboração e ou revisão dos Planos Diretores. É importante ressaltar também, que o sensoriamento remoto e ou sistema de informações geográficas seja de uso comercial, livre ou gratuito quando dominado e, de preferência, operado por especialistas (ex.:geógrafos, arquitetos, entre outros), possibilita um maior aproveitamento dos recursos oferecidos pelo software, conseqüentemente, uma análise espacial mais aprofundada, integrada e coerente com o território analisado.

Além disso, destaca-se a possibilidade de se replicar a metodologia empregada neste trabalho, em virtude de os dados terem sido coletados em bases livres e de fácil acesso. Dos tópicos propostos pelo trabalho, considera-se também, que seria possível explorar mais detalhadamente as relações da temperatura com o perímetro urbano de Aimorés.

REFERÊNCIAS

CHANDER, G. et al. **Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors**. Remote Sensing of Environment, 2009, 113, p. 893-903.

CORREA, W S C; CO COELHO, A L N; VALE, C C. **Influência de distintos sistemas atmosféricos na temperatura de superfície do município de Vitória/ES**. Caminhos de Geografia - revista on-line. 2015; n. 53, p. 37-54. ISSN: 1 678-6343.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa Populacional de 2021**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

INSTITUTO TERRA. Relatório Anual 2021. Disponível em: <<https://institutoterra.org/relatorio-anual/>>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - **Relatório especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas 2019**). Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2022.

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. **Relatório**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em 23 de agosto de 2021.

MARTINS, Fabrina Bolzan et al. **Classificação climática de köppen e de thornthwaite para minas gerais: cenário atual e projeções futuras**. Revista Brasileira de Climatologia, [S.l.], nov. 2018. ISSN 2237-8642. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/60896/36669>>. Acesso em: 01 out. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i0.60896>.

SOUZA, L. DEAN, Warren. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 1. ed. São Paulo: Cia. das Letras, 2004. 484 p. [1ª impressão 1996]. Revista do corpo discente do PPG- História da UFRGS. Num.8, vol. 3, Janeiro - Junho 2011, p. 265-268.

Guilherme, A. P., Biudes, M. S., Mota, D. dos S., & Musis, C. R. D.. (2020). **Relationship between soil cover type and surface temperature**. Sociedade & Natureza, 32, 515–525. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-47462>.

LUCON, F; Longo. **Alterações na temperatura da superfície do solo em função de diferentes formas de cobertura superficial do solo**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, 2019, p.5.

FERREIRA, Luciana Schwandner. **Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo**. 2019. 195p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

ALMEIDA, Antonio; JUNIOR, Sinval; ANDRADE, Esdras; NETO, José. **Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL**. 2015, p. 1-8.

PEREIRA, Clarissa; MARIANO, Zilda; WACHHOLZ, Flávio; CABRAL, João. **Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia barra dos coqueiros (Goiás)**. 2012, p. 1-13.

Instituto Pristino. Atlas Digital Geoambiental. Disponível em: <https://institutopristino.org.br/atlas/>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.

SOS Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica>. Acesso: 02 de setembro de 2024.

Sentinel Hub. Disponível em: <https://www.sentinel-hub.com/index.html>. Acesso em: 02 de setembro de 2024.

EarthExplorer-USGS. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

MOREIRA, P; CUNHA, A; JUNIOR, J; COSTA, A. **Variação Microclimática em Sítios Urbanos com Diferentes Níveis de Cobertura Vegetal Como Subsídio à Formação de Ilha de Calor**. Revista Brasileira de Geografia Física. v.13, n.07. Dezembro de 2020, p. 3254-3274.

OLIVEIRA, J. S. S. **Índices de vegetação (NDVI, IVAS, IAF, NDWI) como subsídio à gestão do uso e ocupação do solo na zona de amortecimento da Reserva Biológica de Saltinho, Pernambuco**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. 2013. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFPE_05cd4e1fed57d63b2c4789f72243d320. Acesso em: 05 de setembro de 2024.