

Estudos Geográficos

Revista Eletrônica de Geografia

Estimação da anomalia Térmica Superficial Terrestre (TST) na Área de Influência Indireta (All) do Porto Sul, Bahia

João Gabriel de Moraes Pinheiro¹  

Gil Marcelo Reuss Strenzel²  

Resumo: O estudo tem como objetivo determinar a temperatura superficial terrestre (TST) na Área de Influência Indireta (All) do Porto Sul, Bahia, correlacionando o uso e a ocupação da terra, bem como a supressão da vegetação, com a variação da TST, a fim de compreender as alterações ambientais, sociais e econômicas decorrentes da implementação do porto. Trata-se de uma pesquisa quantitativa correlacional que utiliza dados do satélite Sentinel-3 (produto SLSTR) e informações sobre uso e cobertura da terra provenientes do MapBiomas. O algoritmo *Split-window* foi empregado para calcular a TST. Imagens capturadas entre 2018 e 2023 foram analisadas para identificar anomalias térmicas, comparando a temperatura observada com a média histórica. A análise das classes de uso do solo revelou uma redução significativa da cobertura florestal na All, acompanhada de um aumento das áreas antropizadas. A TST apresentou padrões de anomalias térmicas compatíveis com as alterações de uso da terra: áreas com vegetação mantiveram temperaturas mais baixas, enquanto áreas antropizadas exibiram elevação da TST. No que se refere às anomalias térmicas, no ano de 2023, foi registrada uma anomalia positiva de 14 °C em relação à média histórica na All. Especificamente, na área suprimida pelo Porto Sul, a anomalia positiva alcançou 5 °C.

Palavras-chave: Sentinel-3; Sensoriamento remoto; Bandas termais; Uso e ocupação da terra.

¹ Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9941-2018>, e-mail: jgmpinheiro.bge@gmail.com.

² Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7277-342X>, e-mail: gmreuss@uesc.br.



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons

ESTIMATION OF LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) ANOMALY IN THE INDIRECT INFLUENCE AREA (IIA) OF PORTO SUL, BAHIA

Abstract: This study aims to determine the Land Surface Temperature (LST) in the Indirect Influence Area (IIA) of Porto Sul, Bahia, by correlating land use and land cover, as well as vegetation suppression, with LST variation, in order to understand the environmental, social, and economic changes resulting from the port's implementation. This is a quantitative correlational study that uses data from the Sentinel-3 satellite (SLSTR product) and land use and cover information from MapBiomias. The Split-window algorithm was employed to calculate the LST. Images captured between 2018 and 2023 were analyzed to identify thermal anomalies by comparing the observed temperature with the historical average. The analysis of land use classes revealed a significant reduction in forest cover in the IIA, accompanied by an increase in anthropized areas. LST showed patterns of thermal anomalies consistent with land use changes: vegetated areas maintained lower temperatures, while anthropized areas exhibited increased LST. Regarding thermal anomalies, in 2023, a positive anomaly of 14 °C was recorded in the IIA compared to the historical average. Specifically, in the area cleared for Porto Sul, the positive anomaly reached 5 °C.

Keywords: Sentinel-3; Remote sensing; thermal bands; Land use and occupation.

ESTIMATION DE L'ANOMALIE DE TEMPERATURE DE SURFACE TERRESTRE (TST) DANS LA ZONE D'INFLUENCE INDIRECTE (ZII) DU PORT SUD, BAHIA

Résumé: Cette étude a pour objectif de déterminer la température de surface terrestre (TST) dans la Zone d'Influence Indirecte (ZII) du Port Sud, Bahia, en corrélant l'utilisation et l'occupation des sols ainsi que la suppression de la végétation avec la variation de la TST, afin de comprendre les changements environnementaux, sociaux et économiques résultant de la mise en œuvre du port. Il s'agit d'une recherche quantitative et corrélative qui utilise des données du satellite Sentinel-3 (produit SLSTR) et des informations sur l'utilisation et la couverture des sols provenant de MapBiomias. L'algorithme Split-window a été utilisé pour calculer la TST. Des images capturées entre 2018 et 2023 ont été analysées afin d'identifier les anomalies thermiques, en comparant la température observée à la moyenne historique. L'analyse des classes d'utilisation des sols a révélé une réduction significative de la couverture forestière dans la ZII, accompagnée d'une augmentation des zones anthropisées. La TST a présenté des schémas d'anomalies thermiques compatibles avec les changements d'occupation des sols : les zones végétalisées ont conservé des températures plus basses, tandis que les zones anthropisées ont montré une élévation de la TST. En ce qui concerne les anomalies thermiques, une anomalie positive de 14 °C par rapport à la moyenne historique a été enregistrée en 2023 dans la ZII. Plus spécifiquement, dans la zone défrichée pour le Port Sud, l'anomalie positive a atteint 5 °C.

Mot-clé: Sentinel-3; Télédétection; Bandes thermiques; Utilisation et occupation des sols.

INTRODUÇÃO

As geotecnologias configuram-se como um conjunto de ferramentas e técnicas destinadas à entrada, coleta, armazenamento, processamento e disponibilização de dados com referência geográfica. O geoprocessamento, por sua vez, pode ser entendido como um conjunto de atividades que integra métodos e técnicas teóricas voltadas para a entrada, o armazenamento e o processamento de

dados geográficos, com o objetivo de gerar novos dados e/ou informações espaciais ou georreferenciadas (Zaidan, 2017).

As geotecnologias, de forma ampla, possuem a capacidade de subsidiar diversos estudos relacionados ao planejamento e monitoramento ambiental. A análise de imagens de satélite permite estudar e monitorar eventos passados, além de acompanhar a evolução de fenômenos no espaço e sua inter-relação com o meio natural e antropogênico (Ibrahim, 2014). Os satélites possibilitam o armazenamento de todas as imagens e produtos gerados ao longo do período em que estiveram em órbita (Ibrahim, 2014). Assim, é viável realizar diversas análises espaciais, como o monitoramento da vegetação, do uso e cobertura da terra, a mensuração dos impactos sobre os recursos hídricos, o planejamento e ordenamento territorial, entre outros (Silva; Zaidan, 2013).

Nesse contexto, os grandes impactos causados pela implantação de empreendimentos como mineração, agronegócio e instalações portuárias são severos e podem ocorrer de diversas formas. Esses impactos transcendem as transformações diretas no uso do território, provocando o desmatamento de áreas naturais (Soares et al., 2019). Apesar dos esforços no combate ao desmatamento e da prioridade dada à conservação ambiental pelas políticas públicas brasileiras, como preconizado na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), ainda há um conflito entre a preservação das florestas nativas e o desenvolvimento econômico, frequentemente impulsionado pelo sistema capitalista (BRASIL, 1981; Soares et al., 2019).

O desmatamento, atualmente considerado um grave problema ambiental, resulta na perda de biodiversidade e produtividade agrícola, na emissão de gases de efeito estufa (GEE) e na redução da qualidade de vida humana (Soares et al., 2019). A PNMA e outras políticas públicas ambientais têm como objetivo primário a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar o desenvolvimento socioeconômico (BRASIL, 1981). Ressalta-se que o desmatamento contribui para a liberação de GEE, como o dióxido de carbono (CO_2), anteriormente armazenado nas árvores, o qual é lançado na atmosfera. Parte desse carbono é reabsorvida por florestas secundárias; no entanto, gases como metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) não são integralmente absorvidos pela vegetação (Soares et al., 2019).

A temperatura superficial terrestre (TST) é uma força motriz direta na troca de radiações de ondas espectrais longas e no fluxo de calor que ocorre na interface superfície-atmosfera (Li et al., 2013). É um dos parâmetros mais importantes nos processos físicos relacionados ao balanço energético e hídrico da superfície, além de fornecer informações temporais e espaciais sobre o estado de equilíbrio térmico da superfície terrestre.

Devido à sua relevância, a TST possui diversas aplicações, tais como: i) evapotranspiração, ii) mudanças climáticas, iii) ciclo hidrológico, iv) monitoramento da cobertura vegetal, v) clima urbano e vi) meio ambiente. Em âmbito mundial, a TST é considerada um parâmetro prioritário pelo Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP), devido à sua capacidade de captar a heterogeneidade das características da superfície terrestre, como vegetação, topografia, geomorfologia e solo exposto (Townshend et al., 1994; Li et al., 2013).

Conforme o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Complexo Intermodal Porto Sul, o minério de ferro explorado em Caetité (BA) seria inicialmente transportado para um Terminal de Uso Privativo (TUP) na Baía de Camamu. Entretanto, a Bahia Mineração (BAMIN), em parceria com o Governo do Estado da Bahia, reformulou a logística, substituindo o mineroduto pelo modal ferroviário que ligará o estado do Tocantins ao litoral sul da Bahia, em Ilhéus, por meio da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL). O empreendimento portuário, denominado Porto Sul, será composto por um Porto Público (PU) e um TUP, com funções distintas.

A área destinada à implementação do Porto Sul foi escolhida com base em características naturais favoráveis, como relevo plano e condições batimétricas adequadas, localizando-se na Vila de Juerana, no distrito de Aritaguá II, zona norte de Ilhéus (HYDROS, 2011b). A área de 4,83 mil hectares foi declarada de utilidade pública pelo Decreto Estadual 12.724/2011, enquanto a Ponta da Tulha, anteriormente destinada ao empreendimento, foi transformada em Área de Proteção Ambiental (APA).

O emprego de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto tem contribuído significativamente para o monitoramento das variáveis ambientais (Matricardi et al., 2018). Essas tecnologias permitem construir cenários futuros que identificam os impactos do uso da terra e oferecem suporte para o planejamento territorial e ambiental (Piontekowski et al., 2014). Neste contexto, o presente trabalho analisa as possíveis alterações na TST ao longo do tempo na All do Porto Sul,

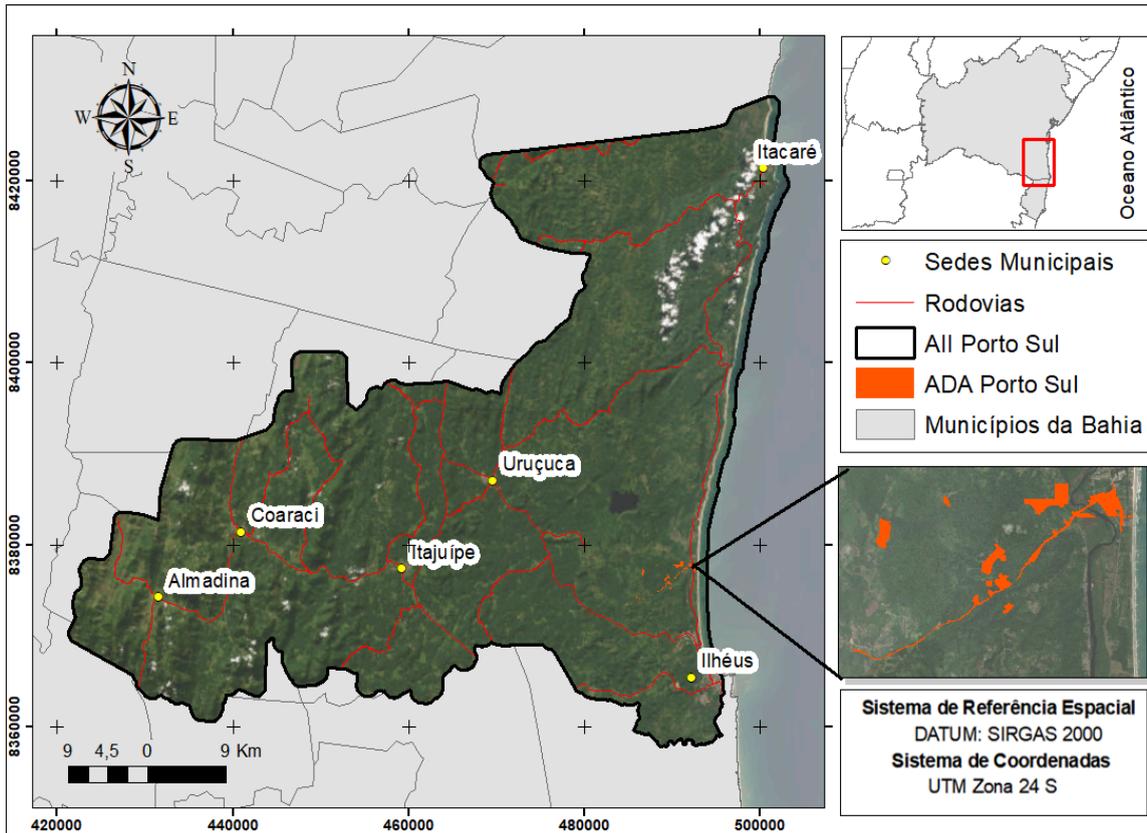
correlacionando mudanças no uso e cobertura do solo, a supressão de vegetação e o aumento da temperatura. Tal análise é essencial para subsidiar o planejamento e o monitoramento ambiental, frente aos impactos regionais causados por empreendimentos de grande porte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Características da área escolhida para o estudo

Para a implementação do empreendimento Porto Sul, foi escolhido o distrito de Aritaguá, localizado na zona norte de Ilhéus. De acordo com os dados disponíveis no Programa de Supressão de Vegetação (PSV), a área total de vegetação a ser suprimida na Área Diretamente Afetada (ADA) corresponde a 576,87 hectares, com um volume total de material lenhoso suprimido de 187.818,40 m³. As principais classes de fitofisionomia a serem suprimidas na ADA incluem cabruca, floresta ombrófila e restinga, todas em estágio inicial de regeneração (HYDROS, 2015). A Área de Influência Indireta (All) do empreendimento abrange uma área total de 2.949,87 km², contemplando os municípios de Ilhéus, Itacaré, Uruçuca, Coaraci, Almadina e Itajuípe (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da All do Porto Sul, no sul da Bahia



Fonte: autores, 2024

Relativamente às condições climáticas, segundo a classificação de Köppen-Geiger, 90% da área de estudo apresenta a tipologia climática Af, enquanto, em direção ao continente, é possível encontrar as classificações Am e Aw. De maneira geral, a classificação A de Köppen-Geiger refere-se ao clima tropical, caracterizado por pluviosidade superior a 700 mm, podendo ultrapassar 2.000 mm nas áreas litorâneas, com uma temperatura média anual de 24°C. Além disso, na área de estudo, encontra-se também a tipologia Cfa, típica de regiões temperadas, relacionada, neste caso, com as altas altitudes.

Em termos de substrato geológico, a área apresenta uma grande heterogeneidade, composta pelas sub-províncias estruturais de Depósitos Litorâneos Holocênicos, Jequié-Curaçá e Recôncavo-Tucano-Jatobá, conforme o Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023a). As sub-províncias são uma classificação geológica que organiza as rochas de acordo com sua origem e evolução. Devido à variação do relevo, a Área de Influência Indireta (All) é composta por unidades

geomorfológicas, como a Depressão Itabuna-Itapetinga, as Planícies Litorâneas, os Tabuleiros Costeiros do Brasil Centro-Oriental e as Serras e Maciços Pré-Litorâneos (IBGE, 2023b). Essas unidades geomorfológicas são identificadas e descritas com base na variação do relevo, na dissecação fluvial e na base geológica.

Quanto às características edáficas, a área apresenta as seguintes ordens de solo predominantes: latossolo amarelo, latossolo vermelho-amarelo, argissolo vermelho-amarelo, espodossolo húmico-flúvico e luvisolo crômico (IBGE, 2023c).

A All do empreendimento está completamente inserida no bioma Mata Atlântica, mais especificamente na região fitoecológica da floresta ombrófila densa, dentro do domínio Morfoclimático dos Mares de Morros. Este bioma é conhecido por sua grande diversidade, composta por vários ecossistemas florestais e não-florestais, classificados de acordo com critérios botânicos, fisionômicos, geográficos e geológicos. A Mata Atlântica também desempenha um papel crucial na regulação dos mananciais hídricos e na promoção da fertilidade dos solos (Batalha-Filho; Miyaki, 2011).

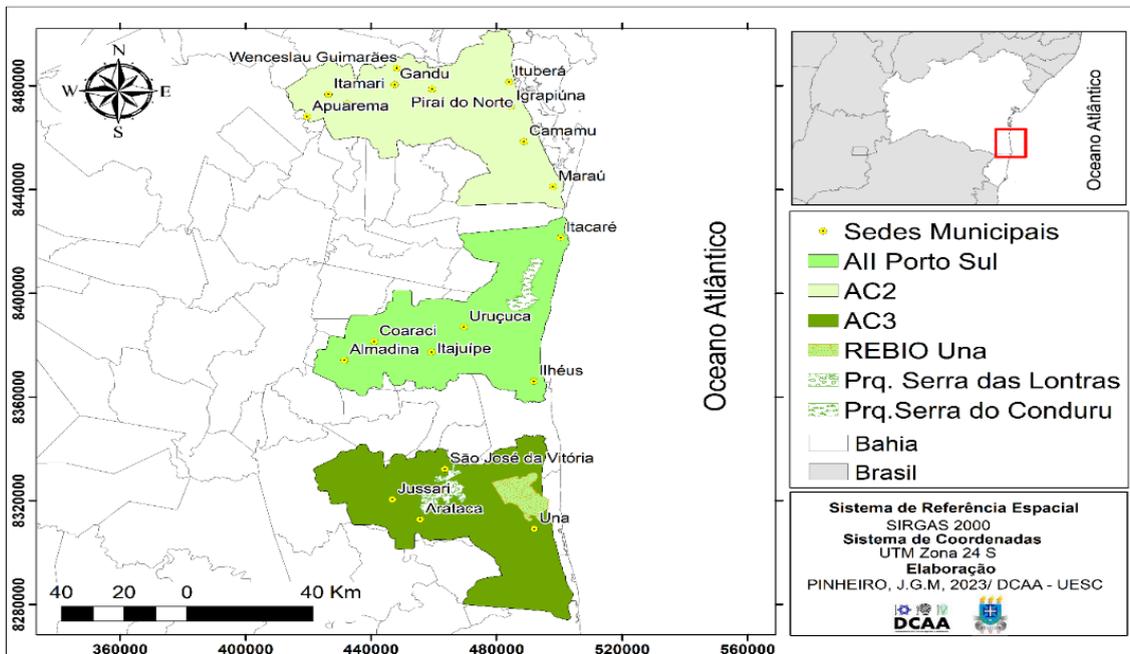
No que se refere às características sociodemográficas, de acordo com o censo demográfico realizado pelo IBGE (2010), a população total dos municípios que compõem a All era de 281.420 habitantes. Para o ano de 2012, a média do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) desses municípios era de 0,610. Entretanto, segundo os dados do censo de 2022, a população da All é de 289.829 habitantes (IBGE, 2022).

A All de um empreendimento é delimitada em torno da Área de Influência Direta (AID). No caso do Porto Sul, conforme as informações apresentadas no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), a delimitação levou em consideração a ampliação dos trechos das bacias hidrográficas dos rios Almada e Iguape, as regiões de matas preservadas, as atividades pesqueiras e o fluxo de habitantes entre os municípios dessa área.

Para comparar a variação da Temperatura Superficial Terrestre (TST) e monitorar as mudanças ao longo do tempo na All do Porto Sul, foram escolhidas duas outras áreas de mesmo tamanho (2.949,87 km²), localizadas, uma ao norte e

outra ao sul da All. Estas áreas foram denominadas de Área de Controle 2 (AC 2) e Área de Controle 3 (AC 3), respectivamente (Figura 2).

Figura 2 - Localização da All do Porto e das Unidades de Gerenciamento



Fonte: autores, 2024.

Nessas áreas monitoradas estão contempladas áreas que possuem o potencial de alteração da temperatura devido a concentração de fragmento de vegetação florestal, essas áreas são denominadas de zonas de alteração. Na All está presente a zona de alteração do Parque Estadual da Serra do Conduru, no município de Uruçuca e na AC 2 está presente a Reserva Biológica de Una (REBIO Una) e o Parque Estadual da Serra das Lontras.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa quantitativa de caráter correlacional, cujo principal objetivo é a determinação da temperatura superficial da All do Porto Sul. A pesquisa quantitativa caracteriza-se por obter resultados passíveis de serem quantificados, com amostras que são demonstrativas da população (Gerhardt; Silveira, 2009). Esse tipo de pesquisa se caracteriza também pelo fato de que os dados podem ser representados através de técnicas de estatística, podendo ser usadas das mais simples às mais complexas (Dafolvo *et al.*, 2008).

Para a determinação da TST, a metodologia adotada foi a preconizada por Becker e Li (1990) e Garcia (2021). Além disso, para o processamento do algoritmo Split-window foram seguidos os processamentos padrões do instrumento *Sea and Land Surface Temperature* (SLSTR) do Sentinel-3, descritos por Remedios e Emsley (2012).

Para a realização desta pesquisa, foram coletados dados do produto SLSTR do satélite Sentinel-3, bem como os dados de uso e ocupação da terra do MapBiomas (2023). Após a coleta e cálculos de alguns dados, eles foram organizados e compilados em uma planilha para posterior análise de sua consistência.

Coleta dos dados

Para determinar a TST da All do Porto Sul foi utilizado o instrumento SLSTR do Sentinel-3. A coleta de dados deste produto ocorreu por meio da plataforma do *Copernicus Service Data Hub*, com acesso instantâneo e disponibilizado pela ESA³.

Ao acessar o *Copernicus Service Data Hub*, a coleta das imagens consistiu em inserir a variável *sensing date* no filtro de busca e a variável data (de 2018 até 2023). O período escolhido para a pesquisa se justifica pela disponibilidade das imagens de satélite, haja visto que o Sentinel-3 entrou em atividade no ano de 2016, logo, imagens anteriores a 2018 se encontram danificadas. A missão escolhida foi Sentinel-3, o tipo de produto SL_2_LST, e como instrumento o SLSTR no nível do produto L2. Como parâmetro de coleta também foi escolhida a cobertura de nuvens menor que 10%.

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS-OPERACIONAIS

Uso e cobertura da terra

Para se obter os dados de uso e cobertura da terra foram utilizados os dados oriundos da coleção 6 e 7 do MapBiomas. O MapBiomas é uma iniciativa do Observatório do Clima, sendo que seu objetivo principal é o mapeamento anual da

³ Esses dados são públicos, acessados por meio de um cadastro simples, e disponibilizados de forma *on-line* e gratuita por meio do *site*: <https://cophub.copernicus.eu/dhus/#/home>

cobertura e uso da terra do território brasileiro, bem como monitorar mudanças do território (MAPBIOMAS, 2023).

Os dados do MapBiomas estão disponíveis de maneira gratuita e on-line, com acesso instantâneo por meio do Google Earth Engine. Ao acessar essa plataforma, os parâmetros de coleta escolhidos foram: i) região (MapBiomas Brasil), ii) coleções (6 e 7), iii) limite (estado da Bahia) e iii) data (2018 a 2021). Uma vez selecionadas as imagens, elas são exportadas para o Google Drive e ficam disponíveis para download no formato *.tiff*.

Temperatura da Superfície Terrestre (TST)

O cálculo para a obtenção da TST foi realizado por meio de algoritmos desenvolvidos pela ESA para o tratamento oficial do instrumento SLSTR do Sentinel-3. A priori foi realizado o cálculo do *Top of Atmosphere* (TOA) – topo da atmosfera e a *Temperature Brilliance* (Tb) – brilho de temperatura, no *software* SNAP versão 9.0.0, desenvolvido pela ESA para processamento de imagens das coleções do Sentinel.

Fórmula 1 para o cálculo do TOA e do Tb:

$$LST = A_0 + \left(A_1 + A_2 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + A_3 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{T_{b11} + T_{b12}}{2} + \left(A_4 + A_5 \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} + A_6 \frac{\Delta\varepsilon}{\varepsilon^2} \right) \frac{T_{b11} + T_{b12}}{2}$$

Onde,

T_{b11} e T_{b12} = representam o brilho de temperatura (Tb) das bandas 8 e 9 do Sentinel-3

ε e $\Delta\varepsilon$ = valores de emissividade média e diferença de emissividade entre as bandas 8 e 9, respectivamente.

Outro algoritmo utilizado para a determinação da TST é o *Split-Window* (SW). Esse algoritmo permite abordagem determinística simples, na qual pode ser empregado sem ter que resolver de maneira explícita a equação de transferência radiativa ou ter que inserir perfis atmosféricos externos (Hulley et al., 2019). Essa

abordagem permite calcular a temperatura de superfície dos oceanos e da terra.; Esse algoritmo abarca a emissividade da superfície de acordo com a Equação 2:

$$LST = a_{f,i,pw} + a_{b,f,i} (T_{11} - T_{12}) \cos \frac{\Theta}{m} + (b_{f,i} + c_{f,i}) \quad (2)$$

Onde,

LST= temperatura da superfície em Kelvin (K)

a, b e c = são coeficientes dependentes de cobertura vegetal e do bioma

T11 e T12 = temperaturas de brilho das bandas 8 e 9 do Sentinel-3, respectivamente

Θ = o ângulo de visão do zênite do satélite

m = é uma variável dependente

O terceiro e último algoritmo SW utilizado no processamento foi o de Price (1984), Equação 3:

$$LST = A_0 + A_1 T_{11} + A_2 (T_{11} - T_{12}) + A_3 T_{11} \varepsilon_{11} + A_4 (T_{11} - T_{12}) (1 - \varepsilon_{11}) + A_5 T_{12} \Delta\varepsilon \quad (3)$$

Onde,

T11 e T12 = representam a temperatura de brilho do Sentinel-3 nas bandas 8 e 9

ε_{11} = é a emissividade da banda 8

$\Delta\varepsilon$ = é o valor de a diferença de emissividade entre as bandas 8 e 9

Uma vez os cálculos realizados, é obtida a TST que está no formato NetCDF. Após a execução dos cálculos, a TST foi reprojeta, seguindo as instruções de elaboração dos produtos do Sentinel-3, dessa forma a mesma foi reprojeta para a coordenada geográfica EPSG 4326 (WGS-84). Após a imagem ser reprojeta, foi necessário realizar uma máscara de nuvem para remover resquícios de nuvens, para isso foi utilizado a ferramenta *mask manager* do software SNAP, que consistiu na seleção das classes de nuvens e posteriormente foi realizado a remoção.

Após realizar o processamento, o produto foi exportado do SNAP e aberto no *software* ArcMap 10.8. Para viabilizar o processamento da TST no ArcMap, realizou-se a conversão do arquivo anteriormente no formato NetCDF em um arquivo *raster* no formato .tiff. Com o objetivo de melhorar a qualidade dos pixels da

imagem e trabalhar em uma representação mais detalhada, transcorreu a realização de uma reamostragem, que consistiu na utilização da ferramenta *resample*, na qual a técnica de reamostragem escolhida foi a bilinear, sendo uma técnica propícia para dados contínuos. Nesse processo, cada lado do pixel foi dividido em dez, logo o pixel foi diminuído em 100 vezes.

Ao final do processo se realizou a verificação da variação da temperatura (maior e menor temperatura), após, a temperatura foi dividida em classes que melhor se adequada ao intervalo de variação. Uma vez que os intervalos de temperatura foram determinados, a imagem teve sua reclassificação de acordo com os intervalos. Essa reclassificação permitiu a análise da temperatura nas classes de uso da terra, bem como o cálculo da área em Km².

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Visando verificar possíveis alterações na temperatura ao longo do período analisado (2018 a 2023), utilizou-se de métodos estatísticos que permitiram auferir padrões e tendência de comportamento tanto na TST, quanto nas classes de uso e ocupação da terra identificadas nas áreas de estudo. O primeiro método empregado foi análise estatística pelo *boxplot*, que consistiu na plotagem de dados da TST para elaboração do diagrama de caixa. Entende-se por *boxplot* uma representação gráfica utilizada para visualizar a distribuição de um conjunto de dados e identificar valores atípicos (*outliers*), é frequentemente usado para resumir as principais características de um conjunto de dados de forma concisa (Oliveira *et al*, 2020). A utilização do *boxplot* para análise da variação da temperatura permitiu comparação a variação interquartilica da TST em relação aos anos.

CÁLCULO DA ANOMALIA DE TEMPERATURA

Anomalia de temperatura refere-se a desvios em relação à média histórica das temperaturas em uma determinada região ou em escala global durante um período específico. Em síntese, é a diferença entre a temperatura observada e a temperatura média esperada para um determinado local e período de tempo. As anomalias podem ser positivas (temperaturas acima da média) ou negativas (temperaturas abaixo da média). Elas são frequentemente calculadas comparando

as temperaturas observadas em um período específico, como um mês ou um ano, com a média das temperaturas registradas para esse mesmo período ao longo de um período de referência mais longo, como várias décadas.

A anomalia térmica foi obtida através do cálculo da álgebra de mapas utilizando as imagens contendo os valores de temperatura absoluta, obtidas a partir do processamento descrito na metodologia. O cálculo foi realizado a partir do desvio padrão associado à cada pixel, conforme equação abaixo:

$$A_t = \frac{T_s - \mu}{\sigma}$$

Sendo,

T_s : corresponde à temperatura de superfície;

μ : a média da T_s ;

σ : o desvio padrão da T_s para cada imagem termal.

Com a cálculo das anomalias térmicas, ao invés de considerar somente os dados da temperatura de superfície, os produtos do mapeamento ficaram homogêneos, haja vista que os valores das anomalias de cada pixel foram calculados a partir da média histórica e do desvio padrão da TST para cada imagem do Sentinel-3. Em toda a série histórica (2018 a 2023) constatou-se que determinados padrões se repetiram, as áreas com menores e maiores anomalias persistiram nas mesmas classes de uso da terra ao longo dos anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

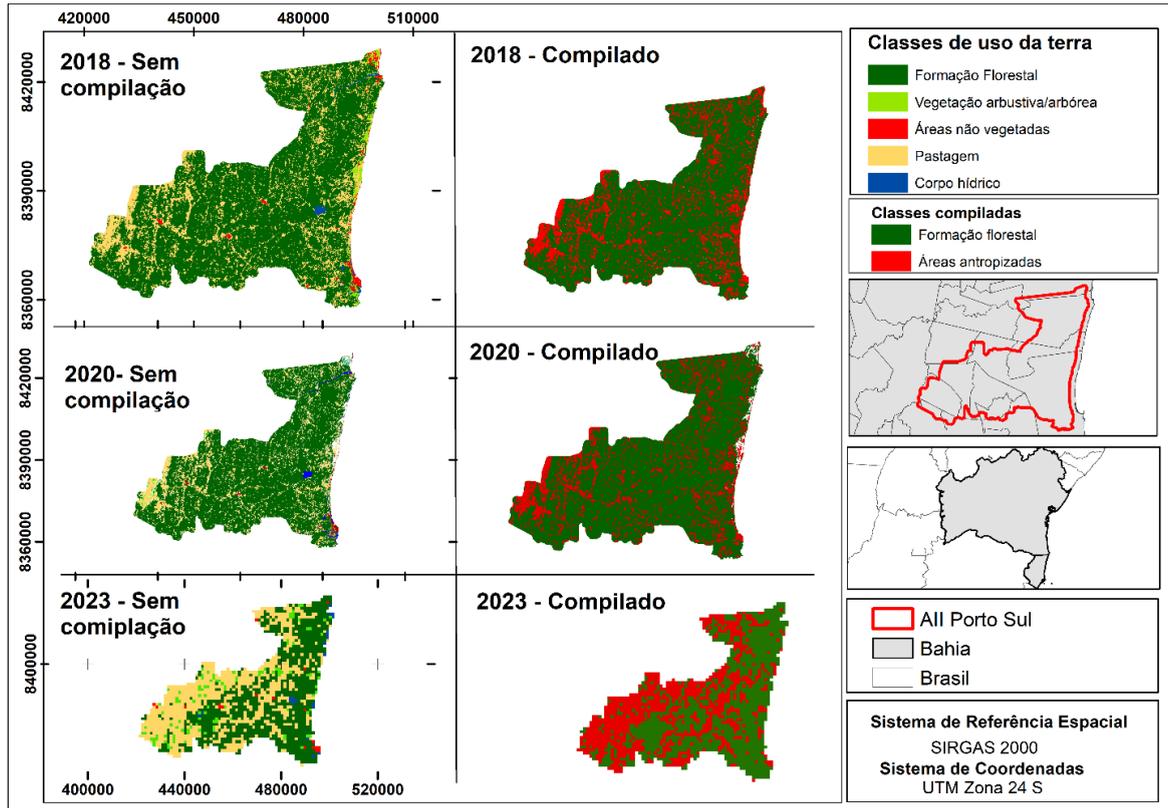
Alteração das classes de uso e ocupação da terra

Ao realizar o processamento e, posteriormente, a análise das classes de uso e ocupação da terra na All do Porto Sul, bem como nas outras duas áreas de controle, foram identificadas cinco classes de uso e ocupação da terra, a saber: formação florestal, pastagem, vegetação arbustiva, áreas não vegetadas e corpos hídricos. As formações florestais são a classe que apresenta os menores valores de

temperatura, devido a processos naturais como a evapotranspiração e o sequestro de carbono. Dessa forma, no levantamento das classes de uso da terra, foram identificadas classes que correspondem a formações naturais e outras de ocupação antrópica. Assim, todas as classes foram compiladas em apenas duas: formação florestal e áreas antropizadas (Figura 3). Esta última abrange áreas urbanizadas, pastagem, agricultura, mosaicos de agricultura e pastagem, bem como outras áreas de exploração humana.

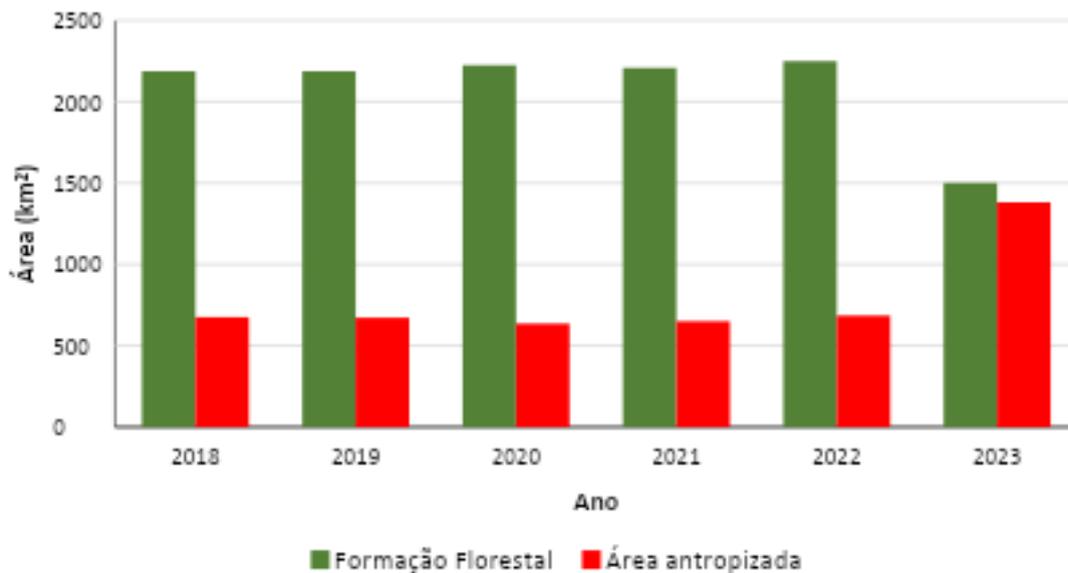
Na All do Porto Sul, a classe de formação florestal, em 2018, ocupava uma área de 2.186 km² (o que corresponde a 74,1% da área total) e, em 2023, apresentou uma área de 1.499 km² (o que corresponde a 50,8% da área total), representando uma redução ao longo dos anos analisados de 23,3% (com desvio padrão de ± 292 km²). Em 2023, as áreas antropizadas ocupavam uma área de 676 km² (o que corresponde a 23% da área total); todavia, em 2023, as áreas antropizadas ocuparam 1.380 km² (o que corresponde a 46,7% da área total), apresentando um aumento da área antropizada de 23,7% (com desvio padrão de ± 293 km²) (Figura 4).

Figura 3- Classes de uso e cobertura da terra da All do Porto Sul com as classificadas equivalentes.



Fonte: autores, 2024

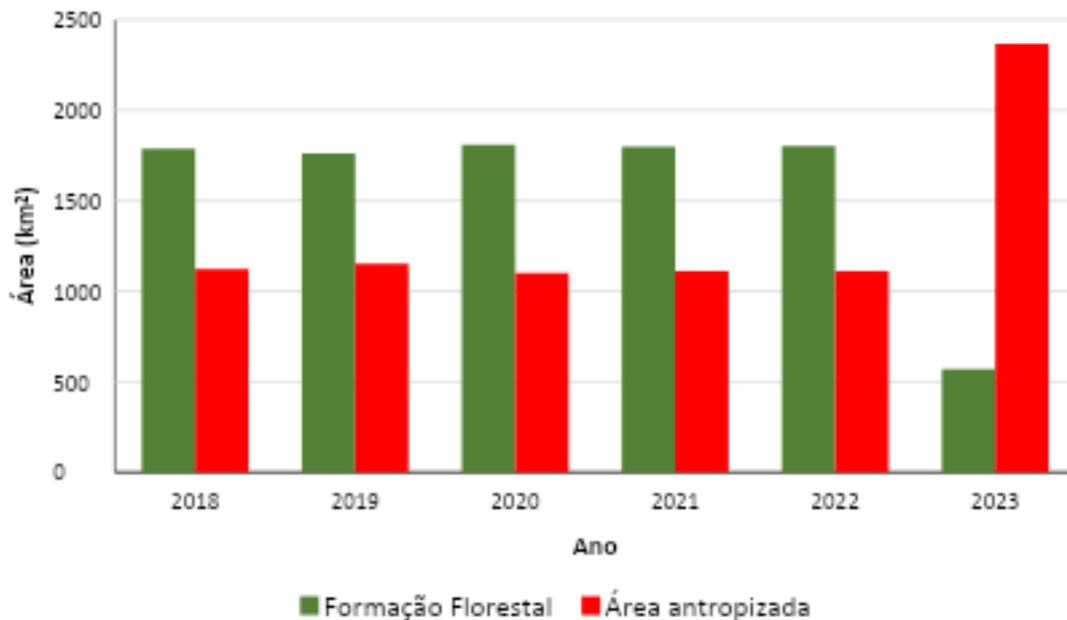
Figura 4 - Variação do uso e ocupação da terra na All do Porto Sul no período de 2018 a 2023



Fonte: autores, 2024

Na AC2, a classe de formação florestal, em 2018, ocupava uma área de 1.789 km² (o que corresponde a 60,9% da área total) e, em 2023, apresentou uma área de 570 km² (o que corresponde a 19,3% da área total), representando uma redução ao longo dos anos analisados de 41,6% (com desvio padrão de ± 499 km²). Em 2018, as áreas antropizadas ocupavam uma área de 1.123 km² (o que corresponde a 38% da área total); todavia, em 2023, as áreas antropizadas ocuparam 2.367 km² (o que corresponde a 80,2% da área total), apresentando um aumento da área antropizada de 42,2% (com desvio padrão de ± 509 km²) (Figura 4).

Figura 5 - Variação do uso e ocupação da terra na AC2 no período de 2018 a 2023

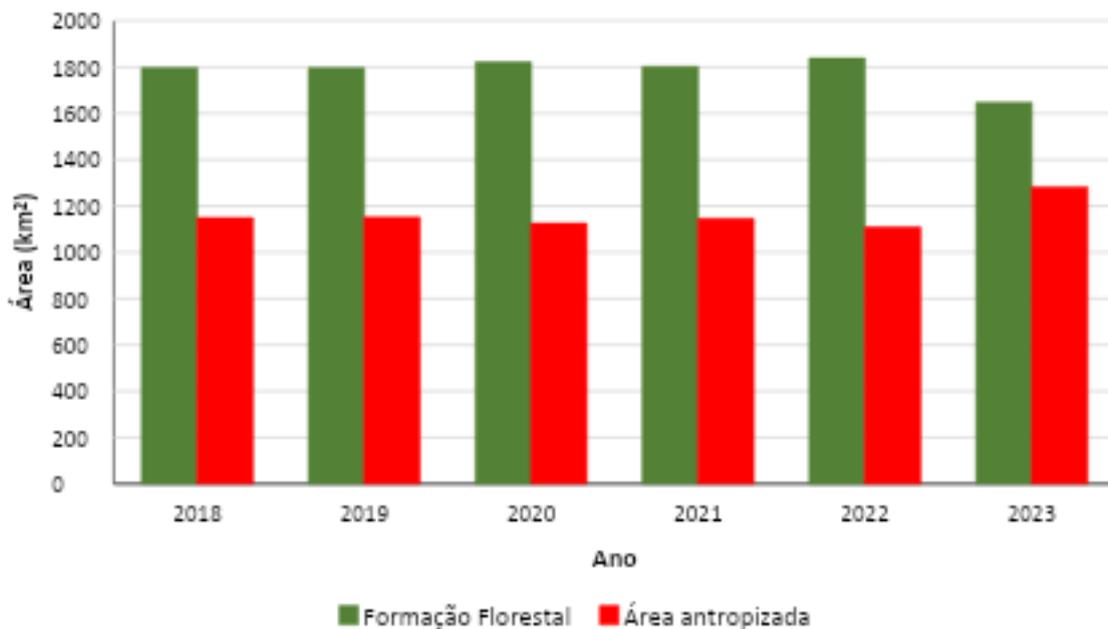


Fonte: autores, 2024

Na AC3, a classe de formação florestal, em 2018, ocupava uma área de 1.797 km² (o que corresponde a 60,9% da área total) e, em 2023, apresentou uma área de 1.647 km² (o que corresponde a 55,8% da área total), representando uma redução ao longo dos anos analisados de 5,1% (com desvio padrão de ± 68 km²). Em 2018, as áreas antropizadas ocupavam uma área de 1.149 km² (o que corresponde a 39% da área total); todavia, em 2023, as áreas antropizadas ocuparam 1.282 km² (o que corresponde a 80,2% da área total), apresentando um aumento da área antropizada de 43,4% (com desvio padrão de ± 62 km²) (Figura 6).

Na análise do comportamento do uso da terra, a formação florestal apresentou tendência de redução em suas áreas na All do Porto e nas duas unidades monitoradas. A AC3 foi a unidade que apresentou menor perda florestal ao longo dos anos analisados, estando as áreas suprimidas bem abaixo da média histórica das outras unidades. Essa menor taxa de supressão vegetal na AC3 justifica-se por essa unidade ter maior quantidade de áreas naturais protegidas (duas) em comparação com a All do Porto Sul (uma) e a AC2 (nenhuma).

Figura 6 - Variação do uso e ocupação da terra na AC3 no período de 2018 a 2023



Fonte: autores, 2024

As áreas naturais protegidas são utilizadas como o instrumento básico da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), legitimada pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que, dentre outras questões, dispõe sobre os mecanismos de conservação pelas Unidades de Conservação (UC) (BRASIL, 1981). O Parque Estadual da Serra das Lontras, juntamente com a REBIO Una, localizadas na AC3, formam um corredor ecológico que protege desde áreas baixas da Mata Atlântica até os picos montanhosos localizados a 1.000 metros de altitude (Rojas-Padilla et al., 2020). A reserva biológica tem por objetivo principal a preservação da biota e de outros recursos naturais existentes no limite da reserva, sem interferência antrópica; os parques estaduais, por sua vez, possuem a finalidade de preservar os ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica (BRASIL,

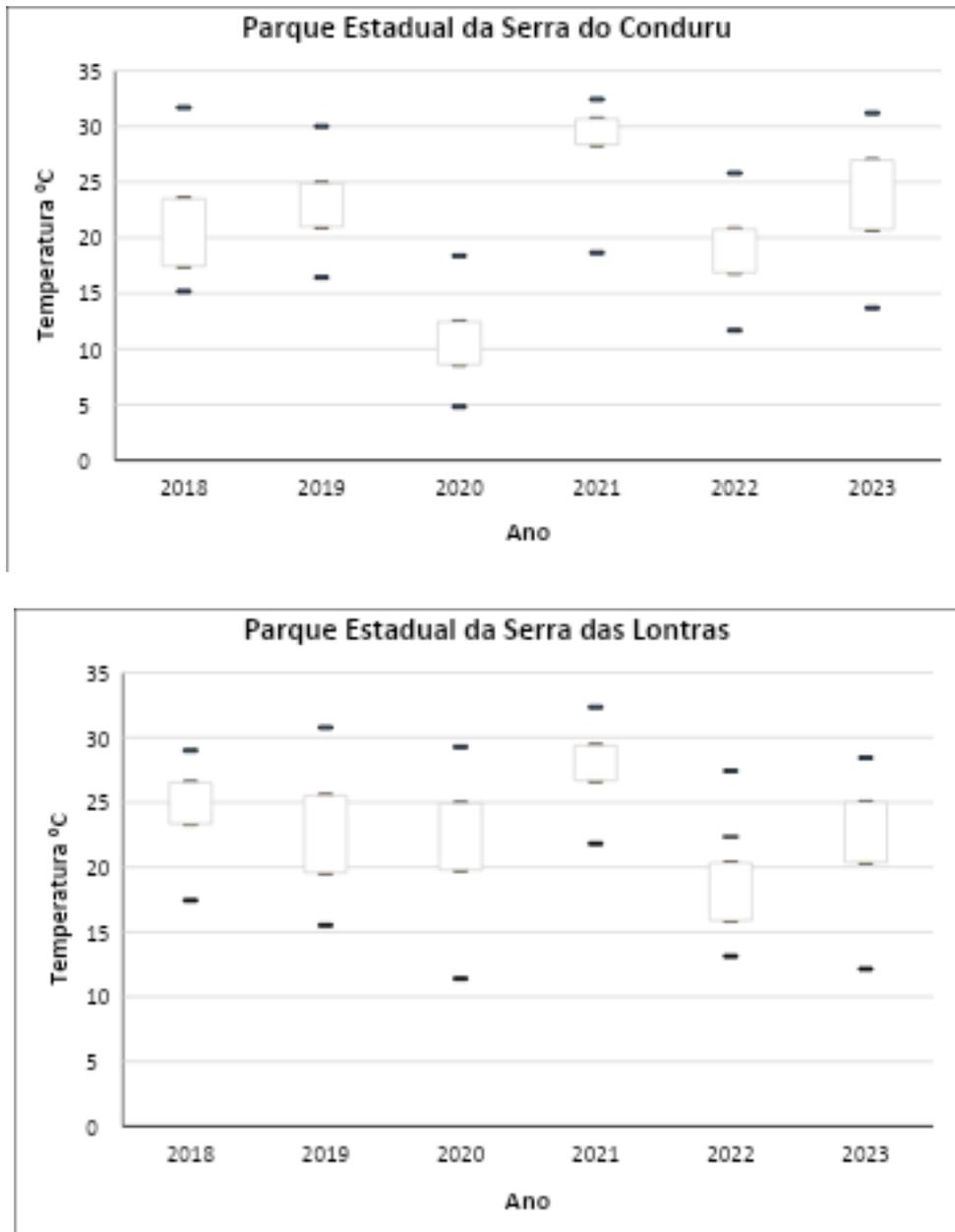
2000). Dessa forma, a presença de áreas naturais protegidas nas unidades de gerenciamento contribui para a conservação de espécies da floresta ombrófila densa, ao passo que também contribui para a manutenção de baixos valores da TST.

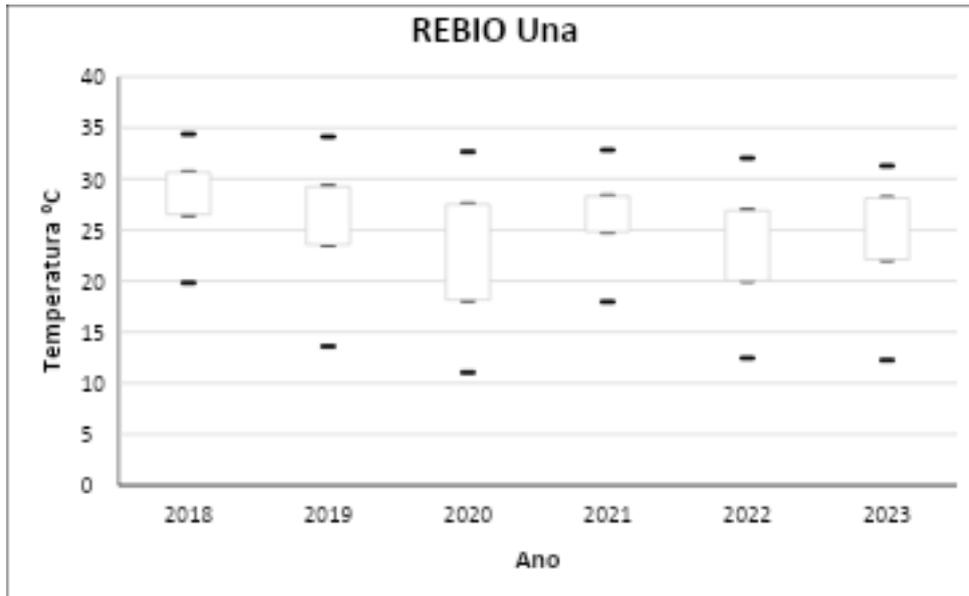
Análise da variação da temperatura nas zonas de alteração

Foram consideradas como zonas de alteração aquelas que, dentro da área de estudo, possuem um uso da terra homogêneo, como áreas naturais protegidas e cidades. Devido a essa homogeneidade no uso da terra, espera-se que, nessas zonas, a temperatura apresente tendência de uniformidade. Nos três parques analisados, o Parque Estadual da Serra do Conduru (na All do Porto Sul) foi a zona que mais apresentou variação de temperatura ao longo dos anos analisados, com menores valores de temperatura em 2020, variando de 12 a 18°C. Já os maiores valores de temperatura foram registrados no ano seguinte (2021), variando de 18 a 32°C (Figura 7).

No Parque Estadual da Serra das Lontras, a TST apresentou uma tendência não linear de diminuição nos valores de temperatura, ou seja, os valores analisados diminuíram ao longo do tempo ou de outra variável, mas essa redução não ocorreu de forma constante ou proporcional (linear). Em vez disso, a diminuição seguiu um padrão mais complexo. Na REBIO Una, a TST apresentou uma tendência de diminuição nos valores de temperatura ao longo dos anos analisados, na ordem de 3°C.

Figura 7 - Variação da TST (°C) entre o período 2018 a 2023 nas áreas naturais protegidas





Fonte: autores, 2024

Destarte, as áreas naturais protegidas exercem uma influência fundamental no controle da TST, haja vista que, por serem constituídas por fragmentos de vegetação florestal densa, o dossel das árvores atua como um protetor da radiação solar que atinge o solo, culminando na menor temperatura da superfície e do ar. Desse modo, a presença da vegetação densa dessas áreas naturais protegidas libera água na atmosfera por meio do processo de evapotranspiração, o qual contribui para o resfriamento do ambiente, uma vez que a água é liberada pelas estruturas foliares das árvores e evaporada, retirando o calor do ambiente (Guilherme et al., 2022).

Análise da anomalia térmica

A anomalia de temperatura refere-se a uma medida da diferença entre a temperatura média em um determinado período e local em relação à temperatura média registrada no mesmo local em uma série histórica, sendo, neste caso, a média dos últimos seis anos. A anomalia configura-se como um indicador que permite avaliar as variações nas condições de temperatura ao longo do tempo (Alves et al., 2017).

Uma vez calculada a anomalia, se a temperatura observada for maior do que a média de longo prazo, é considerada uma anomalia de temperatura positiva (mais

quente do que o normal); caso contrário, é uma anomalia negativa (mais fria do que o normal).

Dessa forma, as anomalias de temperatura demonstram-se como um indicador eficiente para análise e comparação da TST ao longo do tempo. A detecção e análise de anomalias de temperatura são cruciais para entender padrões de temperatura, identificar tendências de longo prazo e avaliar os impactos das mudanças climáticas (Alves et al., 2017).

Na All do Porto Sul (Figura 7), a anomalia térmica variou de -23 a 14°C. O ano de 2019 apresentou os maiores valores de anomalia negativa, demonstrando que uma parte da área analisada apresentou uma temperatura 23 graus abaixo da média histórica. As anomalias negativas estão localizadas predominantemente no Parque Estadual da Serra do Conduru, em fragmentos florestais localizados em áreas adjacentes ao parque e em áreas florestais do município de Itacaré. Todavia, em 2023, predominaram as anomalias positivas, sendo registrada uma temperatura 14 graus acima da média histórica. As áreas classificadas como “áreas antropizadas” apresentaram os maiores valores da anomalia térmica, mais especificamente as pastagens e as manchas urbanas presentes na área.

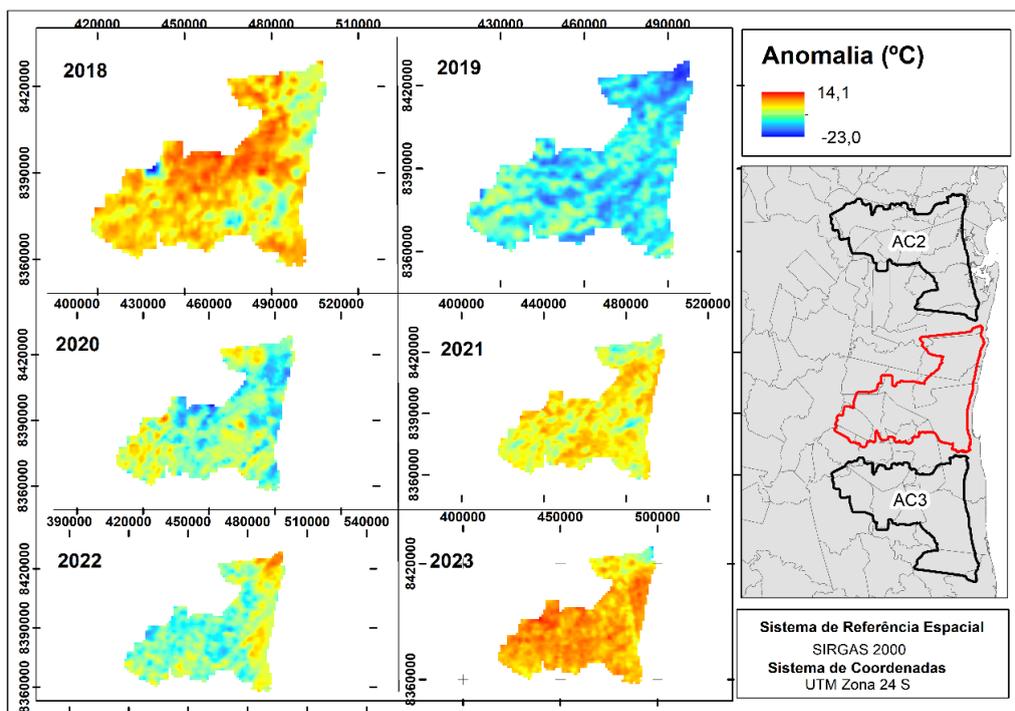
Nas áreas onde foi autorizada a supressão da vegetação para a implementação do Porto Sul, foi identificada uma anomalia de 5 graus, ressaltando que a supressão da vegetação começou a interferir nas condições de TST da área. De acordo com os dados explicitados no EIA do Porto Sul, a área autorizada para supressão vegetal é de 704 hectares. Dessa forma, pode-se prever, com base na anomalia atual, que a elevação da anomalia da TST possa chegar a até 10°C.

Na análise da variação da temperatura da AC2, identifica-se que os anos de 2018 e 2021 foram os períodos que registraram maior frequência de anomalias negativas. O ano de 2021, por sua vez, teve sua temperatura influenciada pelo fenômeno conhecido como La Niña (Figura 8).

Na AC3, as anomalias negativas, ou seja, os menores valores de temperatura registrados em relação à média histórica, estavam presentes nos anos de 2018 e 2022 (Figura 8). A REBIO Una e o Parque Nacional da Serra das Lontras,

além de apresentarem menores valores na TST, como citado anteriormente, também possuem a maior concentração de anomalias negativas.

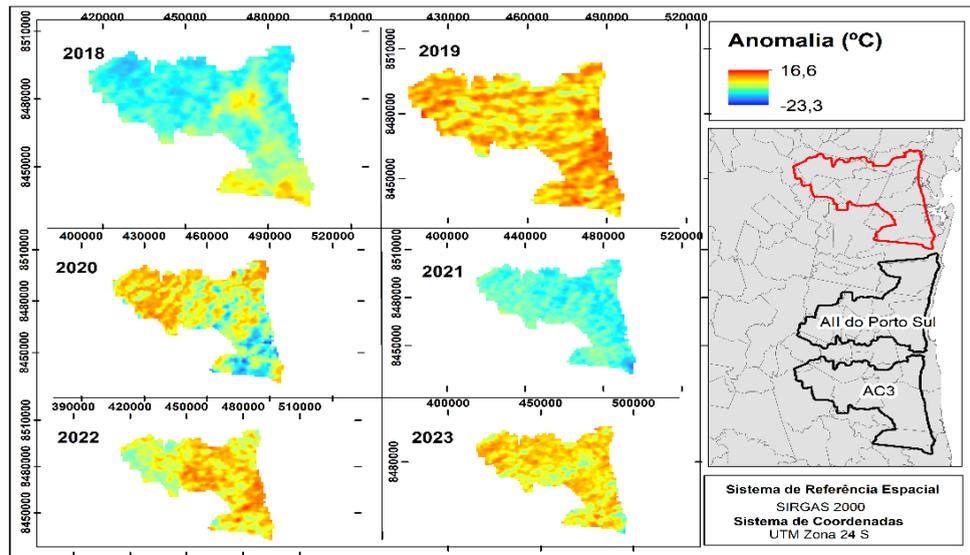
Figura 8 - Variação da anomalia térmica da TST na AII do Porto Sul no período de 2018 a 2023



Fonte: autores, 2024

Na análise da variação da temperatura na AC2, identifica-se que os anos de 2018 e 2021 foram os períodos que registram maior frequência de anomalias negativas. O ano de 2021, por sua vez, teve sua temperatura influenciada devido ao fenômeno supracitado da La Niña (Figura 9).

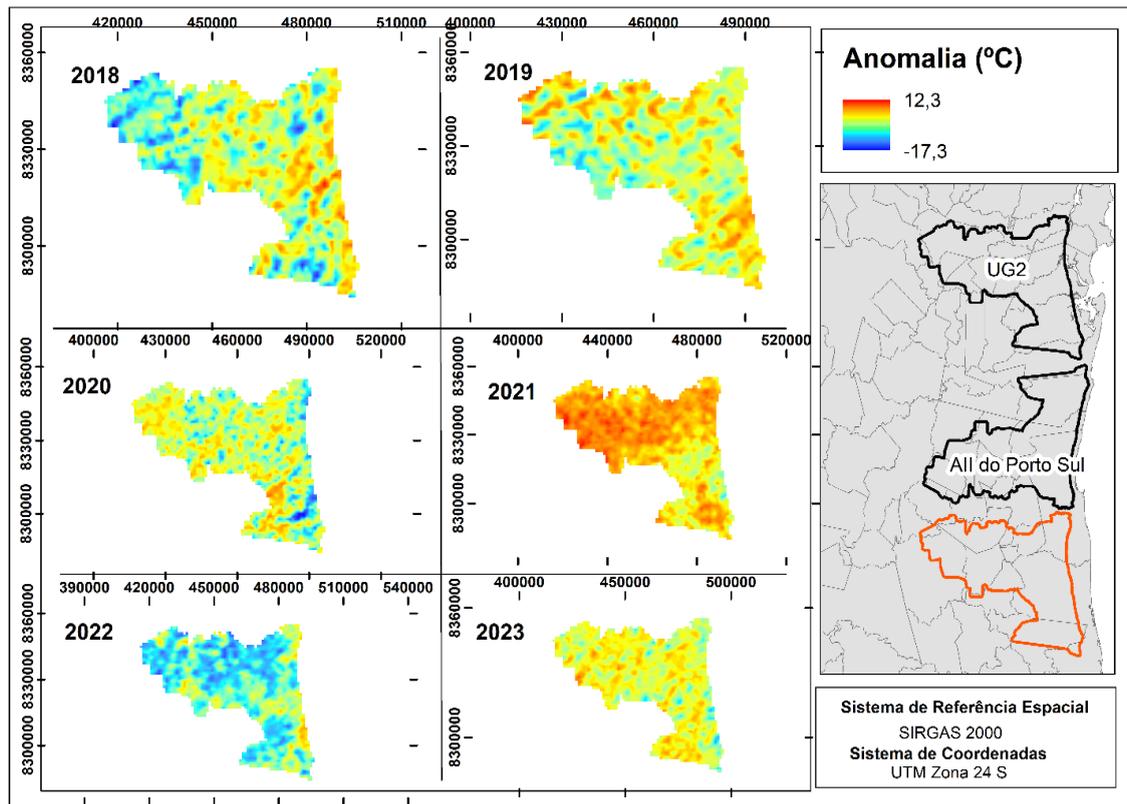
Figura 9 - Variação da anomalia térmica da TST na AC2, no período de 2018 a 2023



Fonte: autores, 2024

Na AC3, as anomalias negativas, ou seja, os menores valores de temperatura registrados em relação à média histórica, estavam presentes nos anos de 2018 e 2022 (Figura 10). A REBIO Una e o Parque Nacional da Serra das Lontras, além de ter apresentado menores valores na TST, como citado anteriormente, também possuem a maior concentração de anomalias negativas.

Figura 10- Variação da anomalia térmica da TST na AC3, no período de 2018 a 2023



Fonte: autores, 2024

Ao analisar a variação da anomalia da TST nas áreas estudadas, com exceção da All do Porto Sul, a AC2 e a AC3 demonstraram uma tendência não linear no aumento da anomalia positiva. A AC3, em específico, por possuir duas áreas naturais protegidas, atua como uma zona de substancial alteração na temperatura, justamente porque o desenvolvimento de atividades antrópicas está restrito, promovendo a conservação de fragmentos florestais.

No panorama de estudos sobre os efeitos antropogênicos no sistema climático, a TST se configura como uma variável-chave, haja vista que ela é muito sensível às mudanças na cobertura florestal, exercendo influência nas demais variáveis do balanço de radiação e energia (Silva et al., 2023; Fredriksen; Rypdal, 2017). Nas florestas tropicais, esse panorama é ainda mais evidente. Um estudo de Prevedello et al. (2019) constatou um aumento, em escala temporal, da TST em virtude da conversão de áreas naturais em áreas antropogênicas. Além disso, os autores observaram que a cada 25% de aumento de áreas não florestadas, ocorre o aumento da TST de 1°C a 4°C.

Neste sentido, as áreas naturais protegidas foram identificadas como fatores que alteram o albedo de superfície e também as trocas de energia no sistema superfície-atmosfera. Apesar das mudanças ocorridas ao entorno, as modificações nessas áreas naturais atuam como um dos fatores de ordem antropogênica capazes de produzir alterações substanciais no balanço de radiação da Terra, sendo, portanto, consideradas eloquentes forçantes climáticas (Barry; Chorley, 2009).

Destarte, a homogeneidade estrutural da formação florestal, no que concerne, sobretudo, à composição do dossel, proporciona menores valores de TST e da anomalia. Não obstante, as propriedades estruturais da formação florestal estão intrinsecamente relacionadas a valores relativamente altos de precipitação, que, para o contexto regional da Floresta Ombrófila Densa, possuem valores superiores a 1.800 mm anuais, influenciando diretamente os valores da TST (Silva et al., 2023).

Diante do monitoramento nas diferentes ACs, nas classes antropizadas e na formação florestal, os resultados apresentados confirmam que as florestas se apresentam como importantes agentes que contribuem para a termorregulação da temperatura. Não obstante, essas áreas naturais são fontes essenciais de vapor d'água para a atmosfera, contribuindo com a dinâmica de umidade em escala regional, sendo de fundamental importância na dinâmica climática (Liu et al., 2020). Dessa forma, o monitoramento de outras áreas além da All do Porto Sul foi importante para mensurar os possíveis impactos da implementação desse empreendimento em âmbito regional, haja vista que, como citado anteriormente, a supressão vegetal em detrimento da expansão de áreas antrópicas altera a dinâmica da umidade, impactando na TST regionalmente.

Os impactos ambientais provocados pelos grandes empreendimentos geralmente suscitam tensões econômicas e sociais. Quando a instalação desses empreendimentos ocorre em ambiente litorâneo, as questões socioambientais tornam-se ainda mais pungentes devido à fragilidade e diversidade ambiental que esses ambientes possuem. Segundo Leite e Monié (2014), em âmbito nacional, as políticas neodesenvolvimentistas que privilegiam a exportação de commodities, bem como a internacionalização das empresas nacionais e a captação de investimentos externos, estimularam diversas intervenções na expansão dos portos já existentes e na construção de novos terminais, ampliando a pressão sobre os ambientes

litorâneos. As áreas litorâneas e a cidade portuária em si apresentam múltiplas interfaces ecossistêmicas, funções e diversos usos. Normalmente, esses espaços apresentam características comumente antagônicas e são, por sua vez, caracterizados por um elevado nível de conflitualidade (Leite; Monié, 2014).

Nas cidades portuárias ou locais onde este empreendimento está sendo implementado, no qual existe o encontro entre o projeto infraestrutural e um território de referência, inevitavelmente surgem tensões relativas ao uso da terra. Por conseguinte, os conflitos de poder e interesse entre agentes que buscam se apropriar do território, cuja natureza fundamental e superfície variam muito, são comuns. Todavia, ressalta-se que essa apropriação não implica um controle unicamente político, mas está relacionada com a imposição de usos sobre agentes que possuem interesses concorrentes e/ou contraditórios (Leite; Monié, 2014). Quanto à importância dos empreendimentos portuários, existe uma narrativa coerente por parte dos discursos públicos e privados acerca desses empreendimentos como vetores e sinônimos de novas oportunidades de desenvolvimento. Na narrativa oficial, as áreas onde esses terminais estão e serão instalados são mostradas como dotadas de potencial e vantagens que os tornariam vantajosas para o estabelecimento de relações com o mercado internacional (Rodrigues, 2018).

Do ponto de vista endógeno, os municípios que abrigam esses empreendimentos geralmente apresentam aglomerados urbanos e rurais com baixa densidade populacional, com terrenos baratos onde as atividades econômicas desenvolvidas são pouco dinâmicas, principalmente com cultivos comerciais de baixa rentabilidade, constituindo assim áreas atrativas e de maior potencial econômico (Rodrigues, 2018). Especificamente sobre os portos off-shore, tal implementação demanda obras complexas de engenharia costeira para viabilizar sua construção. Dentre os principais impactos e conflitos, podem-se citar: contaminação das águas, contaminação atmosférica e climática, conflitos de uso e apropriação dos recursos naturais e a supressão de ecossistemas marinhos e costeiros (Lima, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a compreensão eficaz dos padrões de variabilidade da TST, foi realizado o cálculo da anomalia térmica, que demonstrou que, na All do Porto Sul, no ano de 2023, foi registrada uma anomalia positiva de 14 °C, valor acima da média histórica. Nas áreas autorizadas para a supressão da vegetação para a implementação do Porto Sul, identificou-se uma anomalia de 5 °C, ressaltando que a dinâmica de supressão começou a interferir nas condições de TST da área. De acordo com os dados explicitados no EIA do Porto Sul, a área autorizada para supressão vegetal é de 704 hectares, o que, conforme a previsão baseada na anomalia atual, pode elevar a anomalia da TST em até 10 °C.

Na All do Porto Sul e na AC3, em comparação com a AC2, algumas áreas apresentaram valores de anomalia negativa, demonstrando que as áreas naturais protegidas, como a REBIO Una, o Parque Estadual da Serra do Conduru e o Parque Estadual da Serra das Lontras, exercem uma proeminente influência na TST, contribuindo para a diminuição da temperatura superficial, devido ao fenômeno de evapotranspiração. Dessa forma, embora a implementação do complexo intermodal Porto Sul ainda não tenha ocorrido em sua totalidade, a supressão vegetal iniciada em 2023 na ADA começou a causar impactos no meio físico e biótico, demonstrando que, em cenários futuros, os impactos socioambientais podem se agravar em decorrência da implementação deste Porto, principalmente na TST. Ressalta-se que a dinâmica de uso e cobertura da terra de cada território municipal contemplado na All também é responsável pela alteração nos padrões da TST.

REFERÊNCIAS

ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. **Revista Vértices**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 177-202, jan./abr. 2014.

ALVES, E. et al. Multitemporalidade das anomalias da temperatura de superfície: o caso da cidade de Iporá, Brasil. **GOT-Journal of Geography and Spatial Planning**, n. 12, p. 5-21, dez. 2017.

BAHIA. **Decreto nº 12.724 de 11 de abril de 2011**. Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, a área de terra que indica e dá outras providências. Bahia, 2011. Disponível em:

<https://governo-ba.jusbrasil.com.br/legislacao/1027366/decreto-12724-11>. Acesso em: 17 abr. 2023.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

BATALHA-FILHO, H.; MIYAKI, C. Y. Fitogeografia da Mata Atlântica. **Revista da Biologia**, São Paulo, v. 7, p. 31-34, dez. 2011

BECKER, F.; LI, Z. Towards a local split window method over land surfaces. **Remote Sensing**, Amsterdã, Holanda, v. 11, n. 3, p. 369-393, maio 1990.

BENALI, A. et al. Estimating air surface temperature in Portugal using MODIS LST data. **Remote Sensing of Environment**, Amsterdã, Holanda, v. 124, p. 108-121, set. 2012.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1991. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 8

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Nº 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 9 out. 2023.

DALFOVO, M. S. et al. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, SC, v. 2, n. 3, p. 1-13, jul. 2008.

FREDRIKSEN, H. B.; RYPDAL, M. Long-Range Persistence in Global Surface Temperatures Explained by Linear Multibox Energy Balance Models. **Journal of Climate**, Boston, v. 30, n. 18, p. 7157–7168, set. 2017.

GARCIA, D. H. Analysis and precision of the Terrestrial Surface Temperature using Landsat 8 and Sentinel 3 images: Study applied to the city of Granada (Spain). **Sustainable Cities and Society**, Amsterdã, Holanda, v. 71, p. 1-20, ago. 2021.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GUILHERME, A. P. et al. Relationship between soil cover type and surface temperature. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, MG, v. 32, p. 515-525, jul. 2022.

HULLEY, G. C. et al. Land surface temperature. In: HULLEY, G. C; GHENT, D. (org.). **Taking the temperature of the earth**. Amsterdã, Holanda: Elsevier, 2019. p. 57-127.

HYDROS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para implantação do Porto Sul em Ilhéus: caracterização do**

Empreendimento. T 1, 2011a. Disponível em:

<http://licenciamento.ibama.gov.br/Porto/Porto%20Sul%20-%20Bahia/EIA/Tomo%20I.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

HYDROS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para implantação do Porto Sul em Ilhéus: diagnóstico ambiental, meio físico.** T 2, V. 1, 2011b. 460 p. Disponível em:

<http://licenciamento.ibama.gov.br/Porto/Porto%20Sul%20-%20Bahia/EIA/Tomo%20I.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

HYDROS. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para implantação do Porto Sul em Ilhéus: diagnóstico ambiental, meio biótico.** T 2, 2011c. V. 2. Disponível em:

<http://licenciamento.ibama.gov.br/Porto/Porto%20Sul%20-%20Bahia/EIA/Tomo%20I.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

HYDROS. **Programa de Supressão Vegetal.** 2015. p. 1-28. Disponível em:

<http://licenciamento.ibama.gov.br/Porto/Porto%20Sul%20-%20Bahia/EIA/Tomo%20I.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

IBRAHIN, F. I. D. **Introdução ao geoprocessamento ambiental.** São Paulo: Érica, 2014. 128 p.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA). **Geologia.** 2023a. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em: 8 maio 2023.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA). **Geomorfologia.** 2023b. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geologia>. Acesso em: 8 maio 2023.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de Dados de Informações Ambientais (BDIA). **Pedologia.** 2023c. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acesso em: 8 maio 2023.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico.** 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 9 maio 2023.

INSTITUTO Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Demográfico.** 2022. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 9 maio 2023.

KUSHARI, B.; KANITPONG, K. Surface albedo of bangkok roads. **J-Stage.** Tóquio, Japão, v. 8, p. 1-6. 2011. Disponível em:

https://www.jstage.jst.go.jp/article/eastpro/2011/0/2011_0_181/_article/-char/ja/. Acesso em: 9 maio 2023

LEITE, A. F.; MONIÉ, F. A geopolítica e a análise dos conflitos territoriais locais nas cidades portuárias. In: **Anais do I Congresso Brasileiro de Geografia Política, Geopolítica e Gestão do Território**. 2014. p. 1070-1081. Disponível em: <https://www.editora letra1.com.br/anais-congeo/arquivos/978-85-63800-17-6-p1070-1081.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

LI, Z. et al. Satellite-derived land surface temperature: current status and perspectives. **Remote Sensing of Environment**, Amsterdã, Holanda, v. 131, p. 14-37, abr. 2013.

LIMA, F. A. V. Portos marítimos e os desafios para a sustentabilidade costeira. In: SOUTO, R. D. (org.). **Gestão ambiental e sustentabilidade em áreas costeiras e marinhas: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: Edição da Autora, 2020.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 900 p.

MAPBIOMAS. **O que é o MapBiomas?** 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-que-e-omapbiomas#:~:text=O%20projeto%20MapBiomas%20%C3%A9%20uma,monitorar%20as%20mudan%C3%A7as%20do%20territ%C3%B3rio>. Acesso em: 8 maio 2023.

MATRICARDI, E. A. T. et al. Modelagem do desmatamento na região do Matopiba. **Nativa**, Cuiabá, v. 6, n. 2, p. 198-206, mar./abr. 2018.

MUMTAZ, F. et al. Modeling spatio-temporal land transformation and its associated impacts on Land Surface Temperature (LST). **Remote Sensing**, Amsterdã, Holanda, v. 12, n. 18, p. 1-23, set. 2020.

OLIVEIRA, T. A. et al. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora-MG no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do box plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020.

PIONTEKOWSKI, V. J. et al. Avaliação do desmatamento no estado de Rondônia entre 2001 e 2011. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 297-306, set. 2014.

PREVEDELLO, J. A. et al. Impacts of forestation and deforestation on local temperature across the globe. **PloSone**, California, v. 14, n. 3, p. e0213368, mar. 2019.

PRICE, D. B. Piloted simulation of an onboard trajectory optimization algorithm. **Journal of Guidance, Control, and Dynamics**, San Diego, EUA, v. 7, n. 3, p. 355-360, maio/jun. 1984.

- QUERINO, C. A. S. et al. Impacto do desmatamento de uma área de mangue no albedo superficial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 28, p. 401-408, dez. 2013..
- REMEDIOS, J.; EMSLEY, S. **Sentinel-3 optical products and algorithm definition land surface temperature**. Paris, França: ESA, 2012. 62 p.
- RODRIGUES, R. C. A. Relações de poder no espaço portuário brasileiro: o papel do poder local. In: RÜCKERT, A. A.; SILVA, A. C. P.; SILVA, G. V. (org.). **Geografia política, geopolítica e gestão do território: integração sul-americana e regiões periféricas**. Porto Alegre: Editora Letra 1, 2018. p. 164-176.
- ROJAS-PADILLA, O. et al. Amphibians and reptiles of Parque Nacional da Serra das Lontras: an important center of endemism within the Atlantic Forest in southern Bahia, Brazil. **ZooKeys**, Sofia, v. 1002, p. 159, out. 2020.
- SILVA, L. A. P. et al. Análise da temperatura de superfície terrestre e variáveis biofísicas em domínios de vegetação do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 43, p. e181068-e181068, 2023.
- SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- SOARES, T. O. et al. Impactos ambientais causados pelo desmatamento: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 2, 2019.
- TOWNSHEND, J. R. G. et al. The 1 km resolution global data set: needs of the International Geosphere Biosphere Programme. **International Journal of Remote Sensing**, Reino Unido, v. 15, n. 17, p. 3417-3441, maio. 1994.
- ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento conceitos e definições. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, MG, v. 7, n. 2, p. 195-201, jul./dez. 2017.

Recebido em 2 de agosto de 2024
Aceito em 6 de agosto de 2024