ANÁLISE DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA DO PARQUE NACIONAL DAS EMAS E SUA ZONA DE AMORTECIMENTO

ANALYSIS OF SURFACE TEMPERATURE IN THE EMAS NATIONAL PARK AND IN THE BUFFERING ZONE

ANÁLISIS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL EN EL PARQUE NACIONAL EMAS Y EN LA ZONA DE AMORTIGUACIÓN

Germano Silva Albuquerque
Universidade Federal de Jataí
germano.geografo@gmail.com

Alécio Perini Martins
Universidade Federal de Jataí
alecioperini@ufj.edu.br

RESUMO

Esta pesquisa objetivou analisar a variação da temperatura de superfície (TS) na área do Parque Nacional das Emas (PNE) e sua zona de amortecimento (ZA). o PNE é uma Unidade de Conservação do Cerrado que se encontra envolta por atividades agropecuárias que descaracterizam sua funcionalidade. Para isso, foram utilizadas imagens da plataforma Landsat 8 de janeiro de 2019 a dezembro de 2020 e o Sistema de Informação Geográfica ArcGIS 10.1®, onde a TS foi calculada seguindo os procedimentos descritos no algoritmo SEBAL (BASTIAANSEN, 1995; ALLEN et al. 2002). A expansão agrícola na ZA resulta em diferentes faixas de TS, sendo que as áreas não vegetadas apresentaram temperaturas médias de 32,2ºC, seguidos das áreas de pastagem (31,7ºC), grãos (30,8ºC), entre outras áreas de lavoura (30,6ºC). Já áreas com fitofisionomias do Cerrado apresentaram TS mais amenas: 27,5ºC em formações florestais, 28,8ºC em savanas e 30,8ºC em campos. Isso demonstra que o baixo percentual de áreas conservadas e a pouca conectividade entre os fragmentos eleva as temperaturas médias na ZA e potencializa impactos sobre a biodiversidade como o aumento dos efeitos de borda, o isolamento da unidade de conservação e o risco de incêndios nos períodos de estiagem.
Palavras-chave: Unidade de Conservação. Temperatura de Superfície. Uso da Terra e Cobertura Vegetal. Sensoriamento Remoto**.**

ABSTRACT

This research aimed to analyze the variation of surface temperature (ST) in the area of Emas National Park (PNE) and its buffer zone (ZA), a Cerrado conservation unit that is surrounded by agricultural activities that deprive it of its functionality. For this, images from the Landsat 8 platform from January 2019 to December 2020 and the ArcGIS 10.1® Geographic Information System were used, where the TS was calculated following the procedures described in the SEBAL algorithm (BASTIAANSEN, 1995; ALLEN et al. 2002). The agricultural expansion in the ZA results in different TS ranges, with the non-vegetated areas presenting average temperatures of 32.2°C, followed by pasture areas (31.7°C), grains (30.8°C), among other farming areas (30.6°C). On the other hand, areas

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

with Cerrado physiognomies showed milder TS: 27.5ºC in forest formations, 28.8ºC in savannas, and 30.8ºC in fields. This shows that the low percentage of preserved areas and little connectivity between fragments raises average temperatures in the ZA and potential impacts on biodiversity such as increased edge effects, isolation of the conservation unit and risk of fires during dry periods.
Keywords: Conservation Unit. Surface Temperature. Land Use and Vegetation Coverage. Remote sensing.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar la variación de la temperatura de superficie (TS) en el área del Parque Nacional das Emas (PNE) y su zona de amortiguamiento (ZA), una unidad de conservación del Cerrado que se encuentra rodeada por actividades agropecuarias que descaracterizan su funcionalidad. Para ello, se utilizaron imágenes de la plataforma Landsat 8 de enero de 2019 a diciembre de 2020 y el Sistema de Información Geográfica ArcGIS 10.1®, donde la TS fue calculada siguiendo los procedimientos descritos en el algoritmo SEBAL (BASTIAANSEN, 1995; ALLEN *et al*. 2002). La expansión agrícola en la ZA resulta en diferentes rangos de TS, siendo que las áreas no vegetadas presentaron temperaturas medias de 32,2ºC, seguidas de las áreas de pastoreo (31,7ºC), granos (30,8ºC), entre otras áreas de cultivo (30,6ºC). Las áreas con fitofisionomías del Cerrado presentaron TS más suaves: 27,5ºC en formaciones forestales, 28,8ºC en sabanas y 30,8ºC en campos. Esto demuestra que el bajo porcentaje de áreas conservadas y la poca conectividad entre los fragmentos eleva las temperaturas medias en la ZA y potencializa impactos sobre la biodiversidad como el aumento de los efectos de borde, el aislamiento de la unidad de conservación y el riesgo de incendios en los períodos de sequía.
Palabras clave: Unidad de Conservación. Temperatura de la superficie. Uso de Suelo y Cobertura Vegetal. Sensores remotos.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista econômico, o Cerrado se tornou uma importante fronteira agrícola, sustentando a base nacional de produção e exportação de grãos e na criação de animais. Tal característica fomentou a modernização de equipamentos de campo e mudanças nas políticas ambientais. Entretanto, o Cerrado ainda possui a menor porcentagem de áreas de proteção, abrangendo apenas 8,21% do território que está legalmente protegido (CALDEIRA e PARRÉ, 2020; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2022).

As áreas naturais que ainda mantêm seu aspecto original, apesar do contraste com o agronegócio, são as principais responsáveis pela manutenção dos ecossistemas que compõem o bioma. No cenário atual, essas áreas tendem a ser cada vez mais fragmentadas e descaracterizadas de suas funções ecológicas e climáticas, indicando que a alteração na

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

cobertura vegetal do solo pela expansão do setor agropecuário é um dos principais fatores que impulsionam as mudanças climáticas no Cerrado (IPCC, 2014).

O estabelecimento de políticas de proteção ambiental visando a criação de Unidades de Conservação (UC) tem por objetivo preservar zonas originais para proteção da fauna, flora e todo ecossistema com uso sustentável de recursos naturais em locais denominados *hotspots*[1]. A maior parte desses fragmentos estão inclusos em domínios de intensa atividade agropecuária, e são diretamente impactados pelo uso de agrotóxicos, desmatamento, queimadas, dentre outros fatores que causam prejuízos à biodiversidade.

Devido ao crescente processo de expansão agrícola e mudanças climáticas em escala global, as UC exercem funções ambientais e sociais importantes, que podem garantir a preservação de diversas espécies, proporcionar temperaturas mais amenas e qualidade dos cursos hídricos e redução na emissão de gases do efeito estufa (TRAVIZAN e OLIVEIRA, 2022). Além disso, as UCs também podem servir como atração turística, como é o caso do Parque Nacional das Emas (PNE), uma das maiores UC do Brasil, que está entre as 18 UCs existentes no Estado de Goiás (SANTOS, 2018).

O PNE caracteriza-se por ser uma unidade de Proteção Integral, cujo objetivo é a preservação da natureza está envolto por extensa área agrícola na região sudoeste do estado de Goiás. Abrange 133.642 hectares na vasta fronteira agrícola do centro-oeste, o que pode impactar negativamente seu ecossistema, ocasionando a perda da vegetação, invasão de espécies exóticas, contaminação da água, solo, ar, dentre outros.

No Plano de Manejo elaborado em 2004, encontra-se descrita uma zona que envolve o Parque com a função de minimizar os impactos oriundos de ações externas denominada como Zona de Amortecimento (ZA). Essa área que serve como barreira por se tratar de uma grande extensão, contendo 263.432 hectares, que, se respeitada, evitaria o desgaste por efeitos de borda, que afetariam diretamente sua qualidade ambiental e possibilitaria a conexão com outras áreas de conservação (BARBOSA NETO, 2015).

É essencial o conhecimento dos fatores que configuram e afetam a estabilidade de uma UC. A dinâmica atmosférica, por exemplo, é um processo natural que interage com outros componentes da biosfera. No caso do PNE, as alterações ocorrem principalmente em escalas microclimáticas, mas a alteração da cobertura do solo e a

[1]Hotspots são regiões naturais que abrigam uma imensa diversidade de espécies endêmicas significativamente afetadas por atividades antrópicas que correm risco de extinção (OLIVEIRA *et al*., 2008).

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559

REL/DOI 10.30612

substituição da vegetação nativa podem provocar alterações em escalas macroclimáticas (RIBEIRO 1993; FRANÇA *et al*., 2007).

A análise da Temperatura de Superfície (TS) dessas áreas obtidas por Sensoriamento Remoto possibilita a visualização da relação dessa variável climática com a dinâmica de uso da terra. Por se tratar de um elemento que está em contraste direto com a superfície e interage com os componentes da vegetação, a substituição de áreas nativas por atividades agropecuárias resultam em consequências que podem potencialmente modificar os climas local e regional, alterar o ciclo hidrológico nas trocas de água e de energia entre a superfície terrestre e a atmosfera, resultando na ocorrência de eventos extremos (BECERRA *et al*., 2007).

Investigações que abordem aspectos dinâmicos das UC são de extrema importância e podem subsidiar a tomada de decisões inerentes a planejamentos futuros voltados à preservação e manutenção das UC. Sendo o PNE uma das únicas UC do Cerrado no Sudoeste de Goiás, estudos que contemplem aspectos aplicados à sua dinâmica devem ser fomentados. Neste sentido, a temperatura exerce influência direta e indireta na fauna, flora e no ciclo hidrológico e, portanto, avaliar aspectos relacionados ao clima dentro de uma UC certamente subsidiará com informações importantes para garantir melhor suporte para alcançar um índice de qualidade ambiental adequado.

A ZA do PNE surge então como uma estratégia de restrição que circunda a área numa extensão de 2 a 10 km^2, visando reduzir os impactos, servindo como um filtro das atividades que possam comprometer a integridade da UC. Como a ZA da área em questão já está imersa na ocupação agropecuária, fica restrita numa faixa de 2 km a aplicação de defensivos agrícolas que não estejam classificados como verde. Os impactos oriundos dessas atividades para os produtores rurais não seriam um problema maior do que abdicar das práticas agrícolas em suas propriedades (FLEURY *et al*., 2009).

Estudos da TS têm sido muito utilizados para mapeamento de áreas de vegetação a fim de detectar e monitorar mudanças ambientais (BEZERRA *et al*., 2019). Ao utilizar tais práticas na área do PNE torna-se possível acompanhar os parâmetros biofísicos em contraste com ZA que se encontra com culturas temporárias, analisando o contraste entre os níveis de temperatura atrelados ao uso e cobertura da terra e sua importância ambiental.

Considerando o exposto, a pesquisa desenvolvida apresentou como objetivo

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

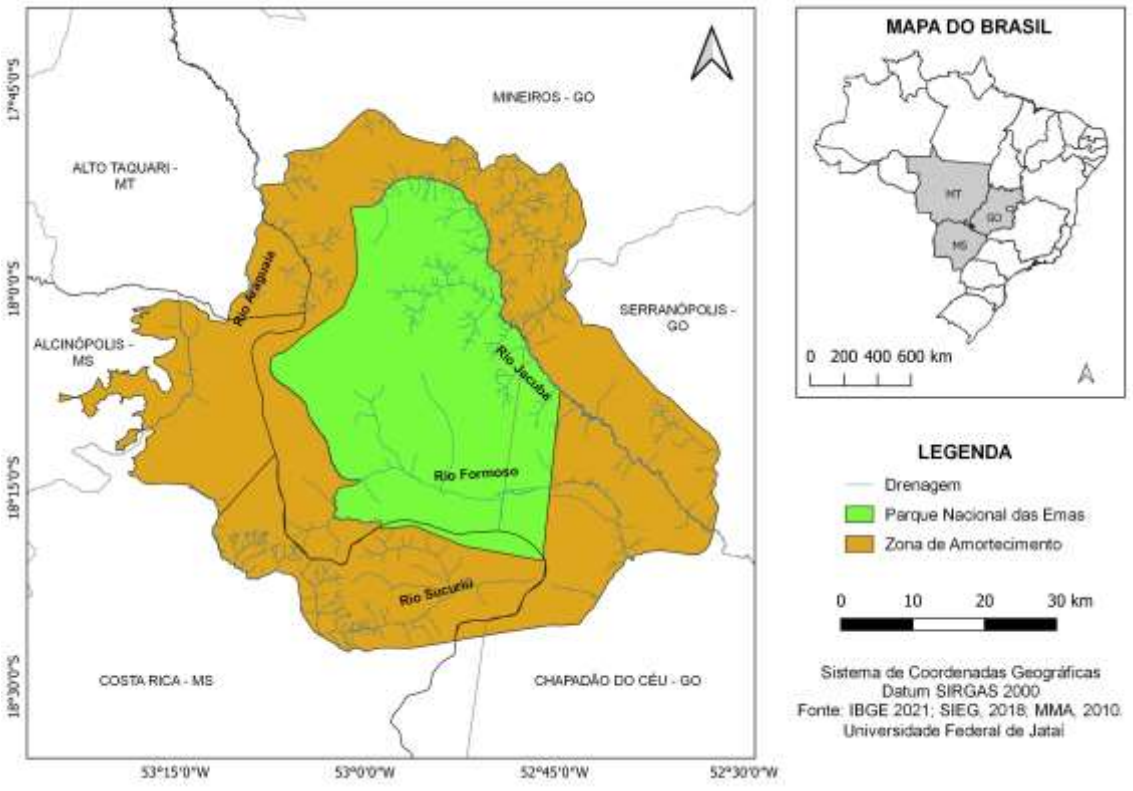
analisar a Temperatura de Superfície do Parque Nacional das Emas e sua Zona de Amortecimento a partir de imagens de Sensoriamento Remoto com imagens termais (Sensor TIRS, banda 10) do Satélite Landsat 8 entre os anos de 2019 e 2020, fazendo uma correlação dos valores obtidos de TS ao uso e cobertura da terra do ano de 2020.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O PNE é uma das unidades de conservação estabelecidas no Cerrado que, por possuir biodiversidade elevada, está em contraste com grandes porções de cultivos temporários de grãos e cana-de-açúcar no entorno (KOPP *et al*., 2010). Este fragmento ainda enfrenta a interação com o fogo, que é fator determinante na temperatura do ambiente e interage na dinâmica faunística e florística do local (FRANÇA *et al*., 2007). Criado em 1961, possui área de 133.642 ha, localizado majoritariamente na região sudoeste de Goiás, e sua ZA conta com 263.432 hectares, abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, conforme Figura 1.

Figura 1- Localização do Parque Nacional das Emas e Zona de Amortecimento.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Encontra-se em uma área de chapada com relevo plano/suave ondulado e altitudes que variam entre 800 e 900 m, com forte influência da ação dos ventos. O relevo plano é uma das principais características que faz o PNE e sua ZA serem de grande atrativo para atividades agropecuárias, visto 86% da área ser plana com menos de 6% de inclinação, o que seria ideal para agricultura mecanizada (MARTINS *et al*., 2020).

Coleta de dados

Em primeiro momento, teve-se acesso a um conjunto de informações disponíveis na plataforma MapBiomas, projeto de mapeamento anual do uso e cobertura da terra nos Biomas do Brasil, onde foram baixados os mapas de uso da terra da Coleção 6 para o ano de 2020 e coletadas informações referentes a classes de legenda e paleta de cores que são atribuídos para os componentes da superfície. Estas informações são importantes para analisar a cobertura vegetal na área de estudo, assim como relacionar estas categorias de uso à variação da TS.

Em um segundo momento, foram obtidas imagens de satélite para extração dos dados de TS na plataforma USGS – *Earth Explorer* (USGS, 2022) com os seguintes parâmetros: localização do PNE e da ZA, cobertura de nuvens inferior a 40%, e o período de janeiro de 2019 a dezembro de 2020. Este intervalo foi definido considerando a abrangência de cada estação do ano para análise sazonal e a disponibilidade de um número maior de imagens com baixo percentual de cobertura de nuvens.

O satélite selecionado para a pesquisa foi o LandSat 8, sendo a área de estudo incluída na órbita 224, pontos 72 e 73. As imagens selecionadas encontram-se descritas no Quadro 1.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Quadro 1 - Data do Imageamento e Temperatura do Ar no PNE e ZA.

Sensor	Data	Estação/Período
TIRS (Thermal Infrared Sensor) Órbita 224, pontos 72 e 73 (obtidos na mesma data)	08/janeiro/2019	Verão - chuvoso
	29/março/2019	Transição verão/outono - chuvoso
	16/maio/2019	Outono – transição chuvoso/seco
	19/julho/2019	Inverno- seco
	05/setembro/2019	Transição inverno/primavera – seco*
	31/março/2020	Transição verão/outono - chuvoso
	18/maio/2020	Outono – transição chuvoso/seco
	05/julho/2020	Inverno - seco
	07/setembro/2020	Transição inverno/primavera - seco
	26/novembro/2020	Primavera - chuvoso

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

* Após a imagem registrada em 05 de setembro de 2019 houve uma sequência de dias nublados nas datas de passagem do satélite sobre a região, impossibilitando a análise entre o final da primavera de 2019 e no verão de 2019/2020.

Os arquivos em formato “shapefile” (.shp) com informações sobre drenagem, limites municipais, estaduais e delimitação do PNE foram obtidos na plataforma do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG, 2022). Os vértices que delimitam a ZA foram obtidos no plano de manejo do parque (FRANÇA *et al*., 2007) sendo a ligação entre estes realizada de forma manual com apoio em imagem de satélite para gerar o polígono da área.

Após o download das imagens, foram selecionados os arquivos do sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) referentes à banda 10, trabalhando numa faixa espectral do infravermelho termal, com 100m de resolução espacial reamostrada para 30m, e 12 bits resolução radiométrica.

Para validação dos dados de TS seriam necessários pontos de monitoramento no interior do parque, mas como não existem estações na área, utilizou-se informações de temperatura do ar coletadas pela estação meteorológica automática do INMET mais próxima da área de estudo situada no município de Mineiros (GO), a 69,9 Km em linha reta. Como as imagens de satélite são obtidas na região em horário próximo às 10h40min, foram utilizados os dados de temperatura do ar registrados às 11h (horário de Brasília) para comparação dos valores.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Processamento de dados

O *software* utilizado para processamento dos dados foi o ArcGIS 10.1®, licenciado para o Laboratório de Geoinformação da Universidade Federal de Jataí. Inicialmente foram recortadas as imagens temáticas com a classificação de uso da terra e cobertura vegetal disponibilizadas na plataforma MapBiomas para o PNE e sua ZA, visto que estas imagens são disponibilizadas para todo o território nacional. Foram também utilizadas as ferramentas "*dissolve*" e "*reclassify*" para reduzir o número de polígonos. Por fim, fez-se a conferência das classes temáticas, cálculo das áreas e elaboração do mapa temático.

No ArcGIS 10.1®, as imagens da banda 10 do sensor TIRS/Landsat 8 passaram por operações de mosaico e recorte, considerando que a área de estudo é coberta por duas cenas (72 e 73) da órbita 224. Para o cálculo de TS, o primeiro passo foi a obtenção da radiância espectral (Lλ), visto que as imagens brutas encontram-se apenas com valores de números digitais (escala de cinza). Este valor pode ser obtido conforme Ariza (2013) pela equação 1:

$$L\lambda = ML \times Qcal + AL \quad (1)$$

Onde ML = fator multiplicativo de redimensionamento de banda ($3{,}3420^{-04}$); Qcal= valor calibrado dos níveis de cinza (Imagem da banda 10) e Al = fator aditivo de redimensionamento de banda (0,10000).

Para a emissividade da superfície (E_{NB}), considerando se tratar de uma área vegetada com índice de área foliar (IAF) médio acima de 3,0, definiu-se o E_{NB} = 0,98 conforme recomendado por Allen *et al* (2002).

Para a correção da Radiância Termal da Superfície (RC), utilizou-se a equação 2 conforme Allen *et al* (2002). Para os valores de Rp e τNB foram utilizados respectivamente os valores de 0 e 1 conforme recomendações dos autores.

$$RC = \frac{L10 - RP}{TNB} - (1 - ENB)\, X\, RSKY \quad (2)$$

Ainda conforme Allen *et al*., (2002), os valores de Rsky *(narrow band downward thermal*) podem ser obtidos conforme a equação 3, onde Ta corresponde à

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

temperatura do ar média obtida às 11h na estação automática do INMET instalada na cidade de Mineiros (GO).

$$RSKY = (1{,}807 \times 10^{-10}) \times Ta^4 \, [1-0{,}26 \exp(-7{,}77 \times 10^{-4} \, [273{,}15 - Ta]^2)] \quad (3)$$

Para o cálculo da TS (equação 4), além das informações calculadas nas etapas anteriores (emissividade e radiância termal corrigida), são necessárias as constantes k1 e k2 informadas nos metadados das imagens, sendo k1 = 774,8853 e k2 = 1321,0789.

$$Ts = \frac{K2}{ln\left(\frac{ENB \times K1}{RC} + 1\right)} \quad (4)$$

Com todos os cálculos realizados, obteve-se 10 imagens em formato TIF onde se tornou possível analisar a temperatura de cada pixel e associar com as categorias de uso da terra e cobertura vegetal.

Estatística descritiva

Os valores máximo, mínimo e médio, assim como o desvio padrão, foram calculados com o uso da ferramenta *Zonal statistics as a table* do ArcGIS 10.1®, onde posteriormente foram organizados tabelas-síntese, nos quais se obteve a quantidade de área em metros e suas respectivas classes. Também foi elaborada uma correlação das temperaturas de superfície médias com a registrada na estação meteorológica de Mineiros, sendo possível avaliar a variação entre os modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento de uso da terra para o ano de 2020 evidencia a predominância da agropecuária, em específico o cultivo de soja, representando 29,2% da área que por si só, já supera as áreas de formação campestre do PNE com 26,3%. A junção das áreas nativas representa 47,7% enquanto o setor agropecuário representa 52,2% da área do PNE e da ZA, sendo 0,08% classificada como outras áreas não vegetadas (Tabela 1).

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Tabela 1 – Áreas calculadas para cada categoria de uso da terra no PNE e ZA.

Uso e cobertura da terra	2020	
	Área (ha)	**Área (%)**
Formação Florestal	11930,0	3,0
Formação Savânica	48780,0	12,3
Silvicultura	742,2	0,2
Campo Alagado e Área úmida	24140,0	6,1
Formação Campestre	104100,0	26,3
Pastagem	40940,0	10,3
Cana-de-Açúcar	20680,0	5,2
Mosaico de Agricultura e Pastagem	16660,0	4,2
Outras Áreas não-Vegetadas	300,9	0,08
Rio, Lago e Oceano	81,6	0,02
Soja	115800,0	29,2
Outras Lavouras Temporárias	12090,0	3,1
Total	396244,7	100,0

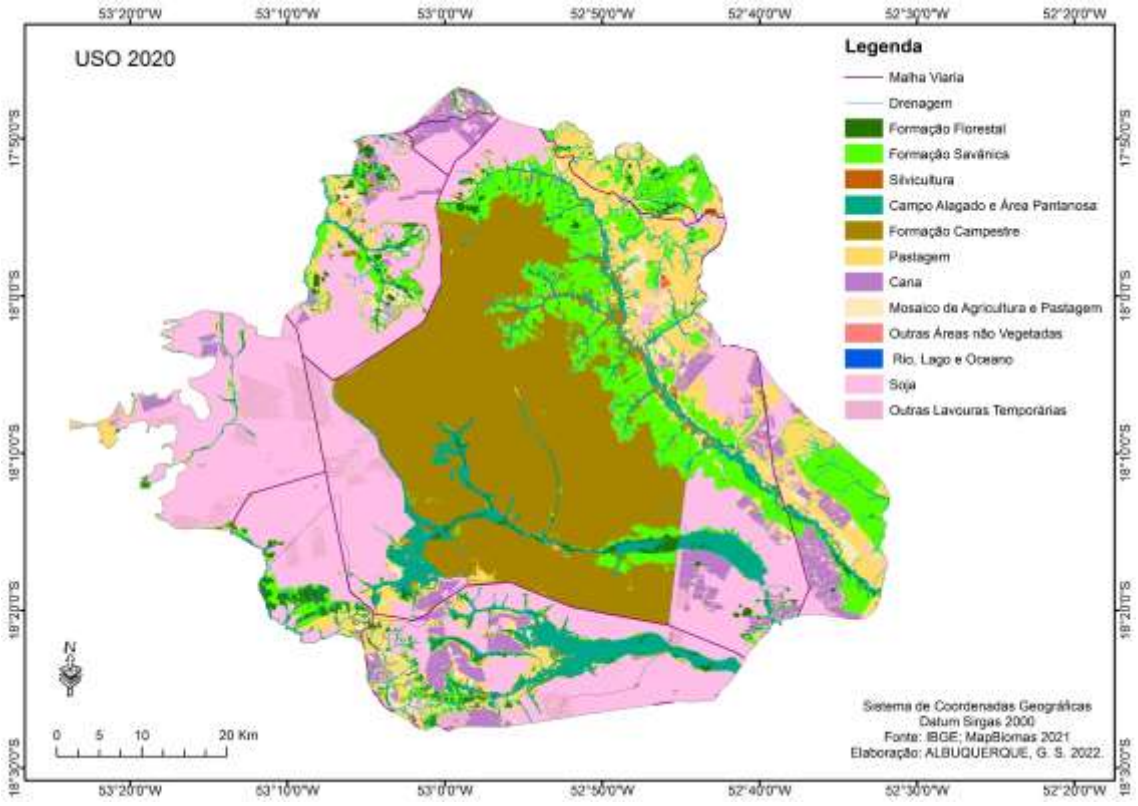
Fonte: MapBiomas (2021).
Organizado pelos autores (2022).

O PNE apresenta vegetação predominantemente campestre, com ocorrência de formações savânicas e campos alagados, destacando pequenos pixels de pastagem dentro do Parque, atribuídos a falhas na classificação realizada pelo MapBiomas. Estas falhas são comuns, considerando que a assinatura espectral de áreas de campo limpo é semelhante à de pastagens. Já nas áreas da ZA onde se faziam necessárias ações de restauração ambiental, observou-se a incorporação da produção agropecuária que cada vez mais descaracterizam a sua função ecológica, visto a ocupação indevida de áreas de pastagem, cultivo de cana-de-açúcar, e aumento da produção de outras lavouras temporárias, principalmente a soja (Tabela 1; Figura 2).

Possíveis motivos que levaram a essa expansão agrícola foram a instalação de usinas de cana-de-açúcar para produção de etanol nos municípios de Chapadão do Céu e Mineiros, e investimentos na produção de grãos. Em 2020 de acordo com o IBGE (2022) a área destinada a produção de cana, milho e soja em Mineiros foi de 240,000 ha, Serranópolis 63,000 ha, Chapadão do Céu 183.000, Costa Rica 173,176 ha, Alto Taquari 123,704 ha e Alcinópolis 15,986 ha.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Figura 2 - Uso da Terra e Cobertura Vegetal em 2020 no PNE e ZA.



Fonte: MapBiomas (2021).
Elaborado pelos autores (2022).

A perda de espaço da vegetação natural para áreas agropecuárias no entorno de unidades de conservação vem avançando nitidamente, não só no Parque Nacional das Emas. Em estudos realizados por Moraes, Mello e Toppa (2015) na ZA do Parque Estadual Paulo Ferreira sendo uma mistura de Cerrado com Mata Atlântica situados em São Paulo, a baixa conectividade entre os fragmentos de vegetação na ZA impedia/dificultava o deslocamento de modo seguro dos animais entre os remanescentes até a UC. O que torna preocupante o fato de como a legislação ambiental ainda carece de políticas mais efetivas, visto que aos poucos toda área perderá sua função causando danos irreparáveis ao ecossistema.

Vale ressaltar que as áreas classificadas como soja pelo MapBiomas na verdade representam áreas cultivadas com grãos, visto que a soja é cultivada em primeira safra (até meados de fevereiro), mas posteriormente as áreas são usadas para cultivo de safrinha de milho, sorgo, girassol, entre outros.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Assad *et al* (2020) destacam que as áreas de pastagens vêm decrescendo no Cerrado nos últimos anos, estimando que mais de 5,6 Mha de pastagens foram convertidas para grãos. Esta conversão também fica evidente na ZA do PNE, onde a transformação das áreas de pecuária para agricultura representa cerca de 50,150 ha entre os anos de 1985 e 2020, enquanto o inverso foi de 995,4 ha. Isso implica no crescimento na oferta de grãos, proteína e fibras na região não necessariamente para alimentação da população, mas sobretudo para produção de ração para a criação animal e exportação de *commodities*.

Visto o crescente aumento de áreas destinadas à produção de grãos e pecuária, a ZA apresenta progressiva descaracterização em sua funcionalidade, tornando a conexão quase nula entre os fragmentos, que segundo noticiado por Oliveira e Jacometto (2022) no dia 16/07/2022 ocorreu a apreensão de maquinários que desmataram áreas ilegalmente nas margens do PNE, contabilizando uma perda de 50,0 ha de vegetação nativa. Mesmo com código florestal de 2012, ainda existe uma carência de políticas de proteção ambiental que realmente assegurem a integridade do Parque. Apesar da vegetação dentro dos limites do PNE ainda estarem conservadas, a pressão que o entorno exerce pode contribuir para fragilidade no processo de manutenção do ambiente.

Temperatura de superfície

Conforme os componentes da superfície vão se modificando ao longo do tempo, a dinâmica da temperatura sobre o local também acompanha essa transformação. No PNE a estrutura florística, apesar das queimadas, mantém certo equilíbrio na variação da temperatura superficial, o que não ocorre na ZA, visto o uso da terra apresentar diferentes categorias antrópicas e algumas por curtos períodos.

As trocas de energia que ocorrem entre a superfície e a atmosfera dependem dos materiais que compõem estas superfícies. Em um ambiente estável, as temperaturas tendem ser adequadas às populações residentes e, a partir do momento em que acontece a conversão destas vegetações, resulta em alterações climáticas. Como em estudos prévios de Pereira *et al* (2017) em uma análise em Montes Claros – MG, o aumento da temperatura foi responsável pela redução da umidade do ar e a degradação de cursos hídricos.

As Figuras 3, 4 e 5 apresentam um conjunto de mapas de temperatura de superfície do PNE e da, onde se torna possível a visualização das temperaturas no

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

momento e dia específico da passagem do satélite na região, associados às categorias de uso da terra e cobertura vegetal.

A Figura 3 traz uma sequência de imagens do período chuvoso até o início do inverno, marcando o período seco na região. No dia 08/01/2019 referente a Figura 3A, a TS apresentou maiores variações e maiores valores sobre a ZA em áreas destinadas à produção agrícola e áreas de pastagem, onde a máxima nesta área que se teve registro foi de 41,8ºC, enquanto no interior do PNE as TS se mantiveram em todo domínio entre 29,0 e 30,0ºC. Por se tratar do mês de janeiro, não foi possível encontrar uma imagem sem cobertura de nuvens, sendo que as temperaturas mínimas registradas (17,3 ºC) ocorreram sob estas áreas.

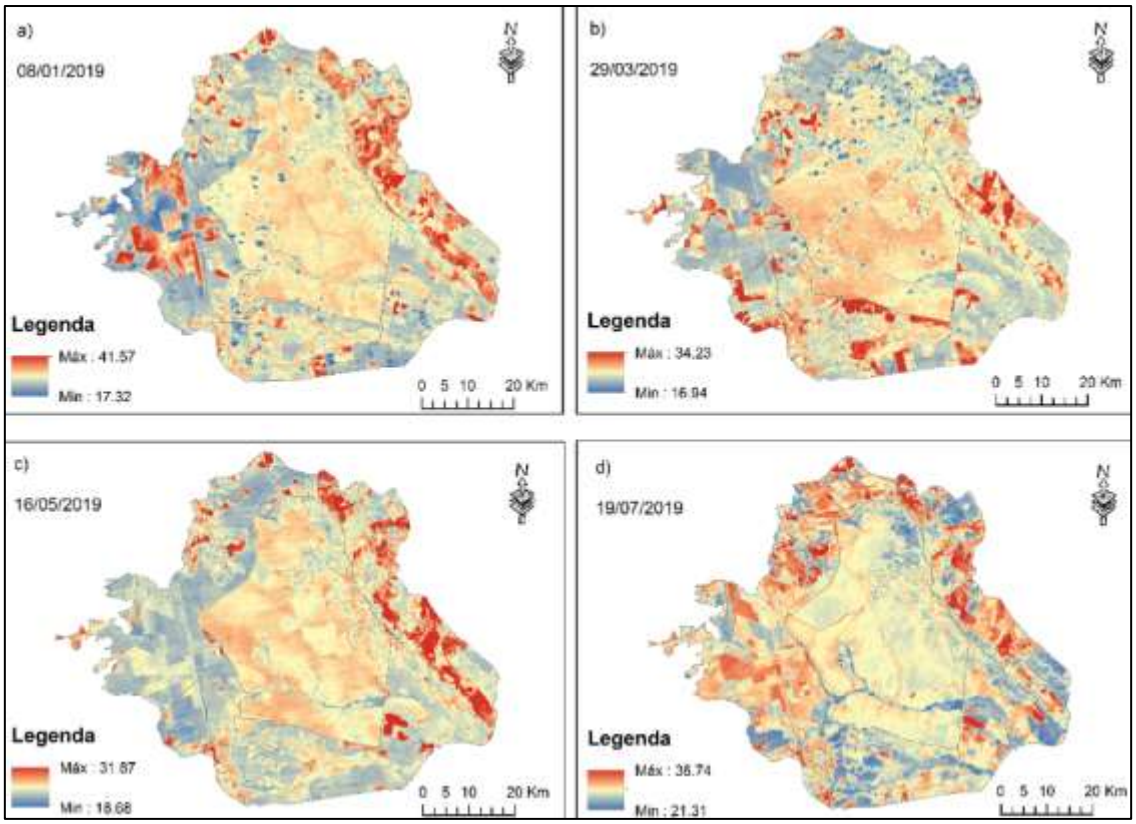
No dia 29/03/2019 a Figura 3B, com imagem registrada em período de transição verão/outono (período chuvoso), as maiores TS se concentram em áreas de pastagem visto o menor índice de área foliar, com máximas de 34,2ºC. As temperaturas novamente foram registradas em áreas com cobertura de nuvens (16,9ºC) na ZA, enquanto nas dependências do PNE os valores ficaram entre 23,0 e 24,0ºC sem grandes variações espaciais.

No dia 16/05/2019 referente a Figura 3C, (outono - transição do período chuvoso para o seco), nas áreas de pastagem as máximas de TS chegaram a 31,9ºC, e os menores valores ainda em áreas de formação florestal e lavouras (milho ou sorgo, considerando ser período de safrinha), com valor mínimo de 16,7ºC. Vale ressaltar que no intervalo de 05 meses a TS na ZA teve uma variação de 10ºC em relação às máximas, enquanto no interior do PNE a variação foi pela metade, com 5ºC.

No dia 19/07/2019 a Figura 3D, durante o inverno, caracterizado climaticamente como seco, a falta de cobertura vegetal em áreas agrícolas e a baixa umidade relativa do ar se tornam fatores para elevação das temperaturas superficiais em áreas de agricultura, visto que os grãos já foram colhidos, deixando o solo sem cobertura vegetal. As temperaturas máximas foram registradas em áreas de pastagem (36,7ºC), enquanto as mínimas estavam sobre áreas de campo alagado e áreas úmidas, sendo estas responsáveis pelo equilíbrio térmico no local com 21,3°C. Dentro dos limites do PNE a TS ficou entre 21,3 e 25,0ºC, variando conforme a densidade da cobertura vegetal e a proximidade com corpos hídricos.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Figura 3 - Temperatura de Superfície nas datas 08/01/2019, 29/03/2019, 16/05/2019 e 19/07/2019 no PNE e ZA.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Fora as áreas com cobertura de nuvens, as temperaturas mais amenas foram registradas sobre áreas de campo alagado e áreas úmidas, além das áreas de lavoura que apresentaram baixas temperaturas por conta da cobertura foliar densa, onde quanto maior a cobertura do solo, menor será a temperatura da superfície. Porém, esse ciclo dura no máximo quatro meses e depois volta apresentar picos de temperatura máxima sem a cobertura vegetal.

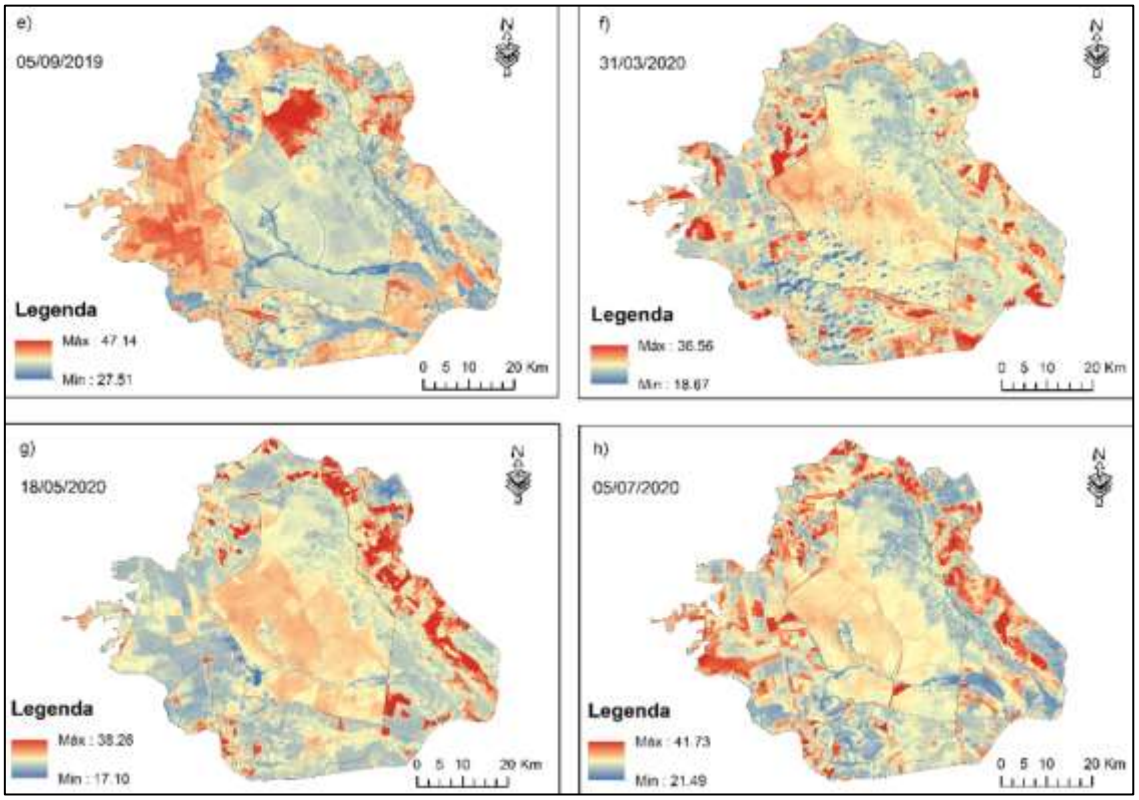
Segundo estudos de Ray *et al* (2015) e Assad *et al* (2020), essa variabilidade climática é responsável por aproximadamente um terço das oscilações da produtividade agrícola em todo o mundo, nas quais afetam além da temperatura, a distribuição de chuvas, impactando o ciclo das culturas e da própria vegetação.

Os mapas contidos na figura 4 apresentam uma sequência que vai do auge do período seco (final do inverno de 2019) até o início do inverno de 2020, com imagens do período chuvoso entre estes limites. No dia 05/09/2019 referente a Figura 4E, transição inverno/primavera, sendo período seco, obteve-se valores altos nas áreas de lavouras, mas

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

o maior obtido foi de 47,1ºC dentro do PNE na formação campestre, enquanto as demais áreas na mesma classificação registrou 34,0 a 35,0ºC.

Figura 4 - Temperatura de Superfície nas datas 05/09/2019, 31/03/2020, 18/05/2020 e 05/07/2020 no PNE e ZA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Segundo Schumacher e Setzer (2021), em estudos sobre queimadas no PNE, pontuaram que em setembro de 2019 ocorreu um incêndio que atingiu cerca de 6 mil hectares no parque, justificando os altos valores no interior da UC. Já TS mais amena foi de 27,5ºC, registrada nas regiões de formação florestal e campo alagado e área úmida. Os meses entre agosto e outubro são especialmente delicados para as regiões de Cerrado, visto que registram valores muito baixos de umidade relativa do ar e altas temperaturas diurnas, sendo fundamental a existência e conservação de áreas de vegetação de porte arbóreo para garantia do conforto térmico e ambiental.

A próxima imagem analisada foi obtida no dia 31/03/2020 a Figura 4F, transição verão/outono classificado como período chuvoso. As altas temperaturas voltam a se destacar em áreas de lavouras e na região do plantio de cana-de-açúcar com máxima

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

de 36,7ºC, sobretudo em áreas preparadas para o plantio de safrinha. As temperaturas mínimas foram registradas em áreas cobertas por nuvens (18,7ºC), com temperaturas mais amenas sob áreas com vegetação de porte arbóreo conservadas (formação florestal e savânica).

No dia 18/05/2020 a Figura 4G, outono na transição do período chuvoso para o seco, a máxima de TS registrada foi de 38,3ºC nas áreas de pastagem e cana-de-açúcar, onde ocorreu um aumento de 6,4ºC em relação ao ano anterior. A TS mínima foi registrada sobre as áreas de lavouras (provavelmente milho), enquanto no interior do PNE não houve variações significativas na TS em relação à imagem de março.

No dia 05/07/2020 referente a Figura 4H, inverno seco, onde as áreas de plantio se encontram em pousio, com solo descoberto, as temperaturas máximas registradas foram superiores a 41,0ºC, juntamente com áreas de pastagem, elevando em 4,9ºC em comparação à mesma época do ano anterior. Já as mínimas foram registradas em áreas de campo alagado e úmido e formação florestal com 21,5ºC, reforçando a importância da vegetação arbórea e áreas úmidas para o equilíbrio térmico.

Dentro do PNE, a vegetação campestre registrou um aumento das TS ficando entre 29,0 e 31,0ºC, enquanto a formação savânica registrou média de 27,0ºC. Nota-se uma diferença média superior 10,0ºC entre as temperaturas de superfície médias no interior do parque com as registradas nas áreas agropecuárias do entorno.

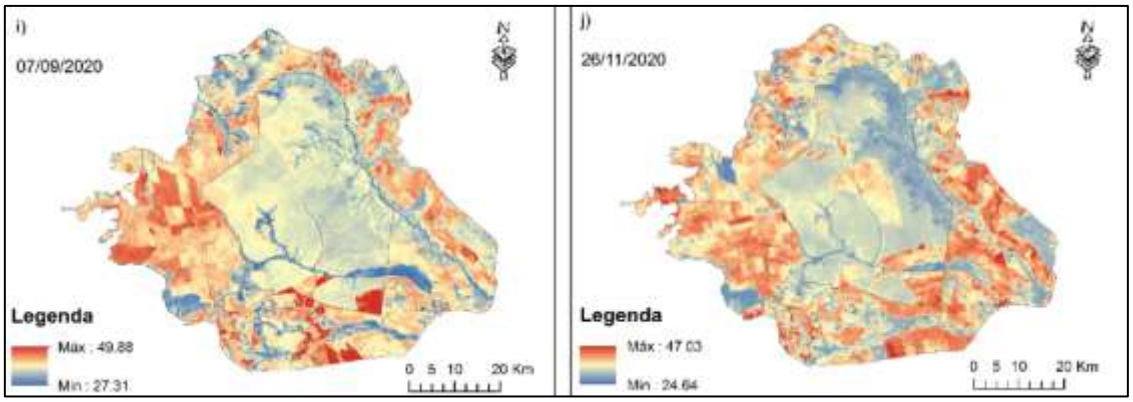
Finalizando o recorte temporal do estudo, a figura 5 apresenta dois mapas com o auge do período seco na região, entre o final do inverno e meados da primavera. No dia 07/09/2020, Figura 5I, transição inverno para primavera (período seco) as áreas agrícolas em pousio se mostraram com TS máximas de 49,9ºC e numa proporção bastante elevada para todas as outras culturas temporárias e áreas de pastagem. Destaca-se também uma parcela de formação campestre na borda do PNE com características de ocorrência de incêndio, sendo que no mesmo período do ano anterior já havia ocorrido a queima em outra parcela do parque. A ocorrência de incêndios criminosos é comum neste período no Cerrado e sinalizam um alerta importante para a necessidade de ações para proteção de áreas vegetadas.

A TS mínima registrada foi de 27,3ºC em campo alagado e área úmida e em fragmentos de formação florestal. A temperatura média no interior do PNE (áreas campestres), com exceção da parte característica de queimada, apresentou médias entre

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

37,0 e 38,0ºC. Novamente, observa-se uma diferença superior a 10,0ºC entre as temperaturas registradas no interior do parque e nas áreas agropecuárias da ZA.

Figura 5 - Temperatura de Superfície nas datas 07/09/2020 e 26/11/2020 no PNE e ZA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No dia 26/11/2020 a Figura 5J, primavera e início do período chuvoso 2020/2021, o nível de TS se mostrou mais elevado em toda ZA com TS máxima de 47,0ºC nas regiões de agricultura e pastagem (provavelmente com solo preparado para plantio). Dentro do PNE, a categoria de formação campestre mostrou áreas características de incêndio, partindo de 31,0 a 33,0ºC para áreas com 35,0 a 39,0ºC registradas pelo sensor. A formação savânica se manteve com as mínimas de 24,6ºC, junto às áreas alagadas e úmidas.

É importante registrar que apesar da ocorrência de chuvas entre setembro e outubro, estas ainda não apresentam volumes suficientes para repor os déficits hídricos acumulados pelo solo no período seco. Os excedentes hídricos começam a ser registrados em novembro, quando a vegetação natural volta a apresentar maior vigor vegetativo e as lavouras e pastagens adquirem volume foliar para recobrir os solos.

Em suma, conforme mostrado por Assad *et al* (2020), as alterações climáticas poderão afetar toda a geografia da produção agrícola brasileira reduzindo o poder produtivo. Quando inserida na ZA, o aumento dos impactos sob a UC ocorre devido aos altos valores das temperaturas sobre áreas agrícolas para quase todas as lavouras e pastagem nas bordas do PNE, conforme tabela 2.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Tabela 2 – Temperatura registrada em Mineiros e Temperatura de Superfície, Área Natural e Antropizada no PNE e ZA.

Data	Temp. do Ar (ºC)	Temp. Superf. (°C)	Diferença *	Área Natural	Àrea Antropizada
08/janeiro/2019	23,2	27,5	4,3	27,9	29,3
29/março/2019	22,6	25,3	2,7	25,7	26,0
16/maio/2019	14,5	23,2	8,7	23,6	24,2
19/julho/2019	16,2	26,7	10,5	27,3	29,8
05/setembro/2019	22,2	32,3	10,1	33,2	37,2
31/março/2020	22,4	31,3	8,9	26,5	27,4
18/maio/2020	18,4	26,2	7,8	26,5	28,2
05/julho/2020	18,8	25,7	6,9	27,9	30,8
07/setembro/2020	26,2	27,3	1,1	35,5	40,4
26/novembro/2020	25,1	34,2	9,1	31,6	36,5
Média	21,0	28,0	6,8	28,6	31,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A diferença entre a temperatura coletada na estação de Mineiros e a TS medido sobre o PNE e ZA, demonstraram uma diferença média de 6,0ºC. Na tabela 3 e 4 são apresentados a relação entre temperatura médias, mínimas e máximas da superfície e as categorias de uso da terra e cobertura vegetal.

Em estudos realizados por Pereira *et al* (2012) na bacia da UHE de Barra do Coqueiros, municípios de Caçu e Cachoeira Alta (GO), as temperaturas mais elevadas ocorrem em áreas agricultáveis, principalmente quando o solo se encontrava sem cobertura vegetal, no qual o ambiente apresenta padrões distintos de absorção de energia, produção de calor e reflectância. Esta tendência também foi registrada na ZA do PNE.

As maiores médias foram registradas entre julho e setembro (período seco), se estendendo até novembro (início das chuvas com reposição de água no solo) com picos em áreas de silvicultura recém cortada, pastagem e agricultura. As menores médias ocorreram em maio (final do período chuvoso), tendo grande relação com a umidade do ar e ocorrência de chuvas.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Tabela 3 – Temperatura de Superfície Média, Mínima e Máxima dos dias (01/08/2019; 29/03/2019; 16/05/2019; 19/07/2019 e 05/09/2019) registrada no PNE e ZA.

TIPO DE USO	01/08/2019			29/03/2019			16/05/2019			19/07/2019			05/09/2019		
	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX
Formação Florestal	26,9	18,1	35,6	25,0	18,4	31,7	22,8	21,3	28,6	26,6	24,3	33,0	31,9	28,3	41,3
Formação Savânica	28,0	18,2	39,7	25,3	17,9	32,6	23,6	21,7	28,3	27,9	24,8	35,2	34,4	28,9	45,4
Silvicultura	28,4	22,4	36,1	25,3	18,8	31,1	23,9	21,5	30,1	29,0	25,3	35,0	35,1	28,7	43,8
Campo Alagado e Área Pantanosa	29,1	18,2	35,5	26,5	18,5	30,7	24,1	22,0	26,9	27,7	24,3	34,5	33,3	29,1	43,3
Formação Campestre	29,5	17,3	37,1	26,7	16,9	30,8	24,4	21,8	27,5	29,2	23,9	35,2	35,8	28,6	47,1
Pastagem	31,3	18,0	40,5	26,9	18,1	33,9	25,4	22,1	31,1	30,4	25,0	36,4	37,2	29,8	45,2
Cana	30,0	19,0	41,6	25,9	19,2	33,9	24,4	21,9	30,9	28,9	25,0	36,7	36,4	30,4	43,0
Mosaico de Agricultura e Pastagem	30,0	18,0	41,4	26,3	18,3	33,9	24,7	18,7	31,9	29,9	21,3	36,7	36,6	27,7	43,5
Outras Áreas não Vegetadas	30,4	20,5	38,1	26,9	19,5	30,3	25,1	18,9	30,0	31,1	21,4	35,1	38,7	27,6	43,8
Rio, Lago e Oceano	26,0	21,9	33,9	25,2	23,7	28,2	23,1	21,6	25,6	25,1	22,7	29,8	30,8	27,5	39,5
Soja	27,6	18,0	39,9	26,2	17,8	34,2	23,3	21,4	30,9	29,9	25,3	36,1	38,3	30,7	43,5
Outras Lavouras Temporárias	27,6	18,0	38,5	24,8	18,4	32,2	23,0	21,4	28,7	29,4	24,9	33,4	38,3	29,0	42,9

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

É notável que, nos períodos secos, as mínimas tendem a ser mais elevadas e apresentar um declínio no período chuvoso, demonstrando a importância da água no solo e da umidade relativa do ar para amenização de temperaturas no Cerrado. As áreas de lavouras, em específico as plantações de grãos, dada a abrangência no território e seu ciclo de plantio/colheita serem rápidos, são fatores determinante para grandes oscilações de temperatura.

A silvicultura, embora não seja a atividade predominante na área, apresentou as temperaturas mais elevadas em relação às mínimas, indicando a predominância de áreas recém-plantadas ou em rebrota. As formações savânica, florestais e campestre sempre mantém padrão de amplitude térmica semelhante, sendo estas as características que compõem o ambiente natural com maior constância no PNE. O mesmo deveria ocorrer na ZA, se houvesse medidas efetivas para controle de atividades agropecuárias.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

Tabela 4 – Temperatura de Superfície Média, Mínima e Máxima dos dias (31/03/2020; 18/05/2020; 05/07/2020; 07/09/2020 e 26/11/2020) registrada no PNE e ZA.

TIPO DE USO	31/03/2020			18/05/2020			05/07/2020			07/09/2020			26/11/2020		
	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX	MÉD	MÍN	MÁX
Formação Florestal	26,0	19,7	32,8	25,5	17,1	32,9	27,2	24,7	35,0	33,7	27,3	45,5	30,2	27,3	42,3
Formação Savânica	26,3	20,2	32,6	26,4	18,6	36,4	27,9	24,8	37,6	37,1	28,0	49,9	31,5	26,1	45,0
Silvicultura	26,7	24,9	29,7	27,0	17,6	35,6	29,4	25,6	37,8	38,0	30,0	45,4	35,2	28,0	43,5
Campo Alagado e Área Pantanosa	26,9	19,3	30,7	27,0	17,7	32,1	28,3	24,8	38,1	35,6	28,1	49,7	32,1	27,4	43,6
Formação Campestre	27,4	19,5	31,3	28,2	18,5	32,0	30,2	24,8	41,7	38,7	28,6	49,8	33,8	28,8	46,5
Pastagem	27,6	19,3	35,6	29,9	21,2	38,3	31,4	26,1	41,6	40,9	29,7	49,3	36,4	25,5	47,0
Cana	27,5	20,3	36,4	28,6	24,1	38,0	30,3	25,6	38,7	39,7	29,5	48,0	37,2	29,4	45,6
Mosaico de Agricultura e Pastagem	27,3	19,5	35,8	28,5	19,5	38,3	30,5	21,5	38,8	39,8	29,3	48,7	35,7	24,6	45,6
Outras Áreas não Vegetadas	28,5	24,0	32,6	30,2	19,5	35,9	32,4	22,9	38,0	41,1	31,7	44,9	37,6	28,8	41,5
Rio, Lago e Oceano	26,1	20,6	28,3	25,4	23,7	29,5	26,0	23,7	33,1	32,3	27,5	41,6	30,6	27,2	37,4
Soja	27,6	18,7	36,6	26,4	21,3	38,2	30,4	25,8	39,2	41,2	30,5	48,2	37,4	26,6	45,3
Outras Lavouras Temporárias	26,5	19,5	33,0	27,0	22,3	37,5	31,3	25,8	36,2	42,4	31,0	46,2	35,8	26,8	43,2

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Vale ressaltar que os altos valores de temperatura registrados em áreas classificadas como água devem-se à escala de trabalho na classificação de uso do Mapbiomas, que associa essas áreas com a vegetação (ou ausência dela) próximas aos cursos d'água. Mesmo assim, estas áreas se mantêm com uma amplitude térmica baixa, onde as mínimas mais elevadas distribuem-se entre julho e novembro, indicando a importância da água e da umidade do ar no equilíbrio térmico do Cerrado. Destaca-se, ainda, que as temperaturas mínimas abaixo de 18,0ºC registradas nos períodos chuvosos devem-se à cobertura de nuvens sobre a área estudada.

As temperaturas máximas, que se apresentam mais elevadas entre primavera e verão, período em que a superfície recebe maior quantidade de radiação solar. As formações campestres e savânicas registraram as maiores máximas, visto o registro de queimadas, enquanto em todas as demais datas a pastagem e outras lavouras temporárias apresentam máximas superiores aos demais componentes da superfície.

As temperaturas que atingiram valores próximos a 50,0ºC podem ser atribuídos, em grande parte, aos incêndios e queimadas da vegetação, que geralmente acontecem durante os meses secos, como apontado em estudos realizados por Novais

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

(2019) sobre classificações climáticas do bioma Cerrado, onde esse fator do fogo justifica as temperaturas elevadas acima de 40,0ºC registradas nessa época do ano.

A diferença de até 10,0ºC na temperatura média da superfície registrada entre áreas de conservação e áreas agropecuárias indica que, se não houvesse áreas de conservação como o PNE, a sensação térmica na região, aliada a baixa umidade do ar no período seco, seria semelhante à registrada em desertos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados pode-se concluir que as mudanças nas categorias de uso da terra e cobertura vegetal são as principais causas do aumento das temperaturas de superfície na região, o que indica a ineficiência de políticas para conservação nessas áreas, o que contribuiu para precarização ambiental e o aumento dos efeitos de borda. É importante ressaltar que o entorno do Parque apresentou temperaturas mais elevadas do que o interior, sendo resultado dos impactos das atividades humanas na área circundante. Portanto, medidas de conservação, projeto de conscientização e gestão do uso da terra se fazem necessários para minimizar os efeitos negativos no meio ambiente.

As transformações dos padrões de uso da terra, assim como das condições atmosféricas fornecem dados para justificar o aumento das temperaturas e frequência de eventos cada vez mais extremos, uma vez que a perda da biodiversidade gera um desequilíbrio ambiental provocando alterações na dinâmica natural da UC. A instalação de equipamentos para mensurar a temperatura nas diversas áreas que compõem a superfície daria subsídios para um acompanhamento mais detalhado e efetivo dos impactos oriundos do avanço gradativo e ilegal da agropecuária sobre a ZA.

Neste contexto, o uso de geotecnologias proporciona um olhar geográfico sobre o território que vai além dos fatores que dizem respeito aos modos de exploração da terra. Mesmo com atual modo de produção capitalista, é possível a conciliação agrícola com o manejo adequado do solo e respeitar os limites que são reservados para as UC´s, nas quais inclui a ZA, pois a mesma é mais que a garantia de sobrevivência de fauna e flora, é a maneira de preservar a identidade e a história do Cerrado, além de ajudar na redução das mudanças climáticas e promover qualidade de vida e sobrevivência das futuras gerações.

v. 14, n. 27, 2023 - ISSN 2176-9559
REL/DOI 10.30612

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. O segundo autor agradece a bolsa Produtividade em Pesquisa (PQ2) do CNPq por meio do processo 307438/2021-0.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. Evapotranspiration for southwest Florida from satellite-based energy balance. **Rep. Prepared for Tampa Bay Water**, 2002.

ASSAD, E. D.; VICTORIA, D. de C.; CUADRA, S. V.; PUGLIERO, V. S.; ZANETTI, M. R. (ed.). **Efeito das mudanças climáticas na agricultura do cerrado**. In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. Dinâmica Agrícola no Cerrado: Análises e Projeções. Brasília: Embrapa, cap. 7. p. 213-228, 2020

BARBOSA NETO, M. A. **Análise de impacto ambiental na zona de amortecimento do Parque Nacional das Emas a partir da pressão agropecuária**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás – UFG, 2015. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronegócio).

BECERRA, J. A. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ALVALA, R. C. S. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região do cerrado usando índices espectrais de vegetação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007. **Anais**... Florianópolis, 2007. p. 3747-3754.

BEZERRA, H. N.; BEZERRA, J. M.; ARAÚJO, C. S. P.; MATTOS, A. Variabilidade espaço-temporal das variáveis biofísicas no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Geosul**, v. 34, n. 72, p. 184-201, 2019. DOI: 10.31413/nativa.v5i6.4433

CALDEIRA, C.; PARRÉ, J. L. Diversificação agropecuária e desenvolvimento rural no bioma cerrado. **Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação**, v. 2, n. 1, p. 344-359, 2020.

FLEURY, L. C.; ALMEIDA, J. P. A conservação ambiental como critério de relações entre grupos e valores: representações e conflitos no entorno do Parque Nacional das Emas, Goiás. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, p. 357-372, 2009. https://doi.org/10.1590/S1414-753X2009000200010

FRANÇA, H.; NETO, M. B. R.; SETZER, A. W. **O fogo no Parque Nacional das Emas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Produção Agrícola - Lavoura Temporária: Serranópolis/Goiás: IBGE 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/serranopolis/pesquisa/14/10193?tipo=ranking> Acesso em: 28 maio. 2022.

IPCC. **Climate Change 2014:** Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects: Central and South America. Cambridge, United Kingdom And New York: Cambridge University Press, 2014. Disponível em:

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf. Acesso 28 abr. 2023.

KOOP, K.; SIGNORELLI, L.; BASTOS, R. P. Distribuição temporal e diversidade de modos reprodutivos de anfíbios anuros no Parque Nacional das Emas e entorno, estados de Goiás, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre, v. 100, p. 192-200, 2010.

MAPBIOMAS – Coleção 6 da Série Anual de Mapas da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (2021). Disponível em https://mapbiomas.org/ . Acesso em: 01 mar. 2022

MARTINS, A. P.; DAMASCENO, C. E.; OLIVEIRA, B. J. S. de. Análise da paisagem na zona de amortecimento do Parque Nacional das Emas - Brasil. **Geografia Ensino & Pesquisa**, [S. l.], v. 24, p. e48, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/37149. Acesso em: 24 maio. 2022. DOI: 10.5902/2236499437149.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O Bioma Cerrado. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado . Acesso em: 03 abr. 2022

MORAES, M. C. P.; MELLO, K. de; TOPPA, R. H. A**nálise da paisagem de uma zona de amortecimento como subsídio para o planejamento e gestão de unidades de conservação**. Revista Árvore, v. 39, p. 1-8, 2015. DOI: doi.org/10.1590/0100-67622015000100001

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado**. 2019. 184 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2019.

OLIVEIRA, D. A.; PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 26, p. 101-114, 2008.

OLIVEIRA, R.; JACOMETTO, H. Área de Cerrado equivalente a 50 campos de futebol é desmatada ilegalmente às margens do Parque Nacional das Emas, em Goiás. **G1 Goiás e TV Anhanguera**, Mineiros, 17 de jun de 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2022/06/17/area-de-cerrado-equivalente-a-50-campos-de-futebol-e-desmatada-ilegalmente-as-margens-do-parque-nacional-das-emas-em-goias.ghtml>. Acesso em: 19 jun. 2022.

PEREIRA, B. R.; MEES, M. B; LEITE, M. R.; FILHO, R. M. Análise da gestão ocupacional em Montes Claros–MG: Impactos do uso do solo e suas consequências na temperatura de superfície. **Cerrados**, v. 15, n. 1, p. 285-311, 2017.

PEREIRA, L. C.; MARIANO, Z. de F.; WACHHOLZ, F.; CABRAL, J. B. P. Análise da temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na bacia barra dos Coqueiros (Goiás). **Revista Geonorte**, edição especial 2, V.2, N.5, 2012. p.1243 – 1255.

RAY, D. K.; GERBER, J. S.; GRAHAM, K. M.; WEST, P. C. **Climate variation explains a third of global crop yield variability**. Nature Communications, v. 6, n. 5989, 2015.

RIBEIRO, A. G. As escalas do clima. **Boletim de Geografia Teorética**, v. 23, n. 45-46, p. 288-294, 1993.

SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. **Planejamento ambiental de Unidades de Conservação:** estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Claro, Goiás. 2018.

SERVIÇO DE LEVANTAMENTO GEOLÓGICO AMERICANO (USGS). Missões Landsat: Landsat 8. Washington, U.S. **Geological Survey**. Disponível em: https://landsat-missions/landsat-8 Acesso em:13 mai. 2022.

SIEG – SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS. **Base cartográfica e Mapas temáticos do Estado de Goiás**. Disponível em: Acesso em: 05 abr. de 2022.

SCHUMACHER, V.; SETZER, A. Relação entre queimadas e relâmpagos no Parque Nacional das Emas. In: SETZER, A. W.; FERREIRA, N. J. **Queimadas e incêndios florestais:** mediante monitoramento orbital. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p.118-130.

TREVIZAN, A. F.; OLIVEIRA, F. A. H. D. de. Unidades de Conservação como instrumentos de mitigação às alterações climáticas em Mato Grosso. **Boletim de Geografia**, v. 39, p. 254-264, e59419, 1 fev. 2022. DOI: https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v39.a2021.e59419

Recebido em fevereiro de 2023.

Revisão realizada em abril de 2023.

Aceito para publicação em junho de 2023.