



## ANÁLISE TEMPORAL DA INFLUÊNCIA DA ZONA DE AMORTECIMENTO NO PROCESSO DE PRESERVAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL SERRA DA CANDONGA

Bruna Flávia Xavier Sousa<sup>1</sup>; Heloisa Brenda Xavier Rodrigues<sup>2</sup>; Jonathan da Rocha Miranda<sup>3</sup>; Jéssica Soares de Souza<sup>4</sup>; Grazielle Wolff de Almeida Carvalho<sup>5</sup>

1 Bruna Flávia Xavier Sousa, Bolsista (IFMG), Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista - MG; [brunaxavierengflorestal@gmail.com](mailto:brunaxavierengflorestal@gmail.com)

2 Heloisa Brenda Xavier Rodrigues, Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista - MG

3 Jonathan da Rocha Miranda, Coorientador, Pesquisador do IFMG Campus São João Evangelista – MG

4 Jéssica Soares de Souza, Ciências Biológicas, IFMG Campus São João Evangelista - MG

5 Grazielle Wolff de Almeida Carvalho, Orientadora, Pesquisador do IFMG Campus São João Evangelista – MG; [grazielle.wolff@ifmg.edu.br](mailto:grazielle.wolff@ifmg.edu.br)

### RESUMO

O Parque Estadual Serra da Candonga (PESC) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral de 3.302,66 hectares, situado na bacia hidrográfica do Rio Doce, Minas Gerais, que preserva uma rica biodiversidade existente na região. Porém, o Parque enfrenta desafios significativos decorrentes da extração mineral, da presença indígena e das atividades agropecuárias circundantes. Tal cenário gerou o objetivo deste trabalho, que é analisar a evolução temporal do processo de preservação do Parque e seu entorno, a zona de amortecimento. Para isso, utilizou-se imagens Landsat retiradas do MapBiomas, do período de 1986-2021 que foram classificadas no Google Earth Engine, em áreas de uso antrópico (valor 1) e natural (valor 0). Em seguida atribui-se uma análise estatística de Mann-Kendall aos dados a fim de verificar as tendências. Os resultados indicaram um aumento expressivo nas áreas de formação florestal dentro do PESC, passando de 57.56% em 1999 para 67.37% em 2022, enquanto as atividades de pastagem e agricultura geral diminuíram. Na zona de amortecimento, embora as atividades antrópicas relacionadas à agricultura tenham prevalecido inicialmente, um declínio foi observado nas últimas décadas, sugerindo uma influência positiva das políticas de conservação. A pesquisa evidencia a eficácia das Unidades de Conservação na promoção da biodiversidade, embora ressalte a necessidade de uma gestão contínua, regularização fundiária e maior fiscalização para mitigar as pressões externas e assegurar a sustentabilidade ecológica.

**Palavras-chave:** Unidade de Conservação. Geoprocessamento. Mapeamento Temporal.

### INTRODUÇÃO:

A preservação de áreas naturais protegidas desafia governantes, gestores ambientais e comunidades locais a encontrar um equilíbrio delicado entre as atividades humanas e a conservação dos ecossistemas. Com o aumento da população humana, o impacto sobre os recursos naturais do planeta tem crescido significativamente, assim como dentro das Unidades de Conservação (Uc 's) os impactos ambientais emergem trazendo ameaças severas à biodiversidade (Fonseca et al, 2010).

Criado na região do Rio Doce do Estado de Minas Gerais, com uma área de 3.302,66 hectares, no município de Guanhães, pelo decreto nº 40.170, de 17 de dezembro de 1998 (IEF, 1998), o Parque Estadual Serra da Candonga (PESC), subordinado ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) além de XII Seminário de Iniciação Científica do IFMG – 02 a 04 de dezembro de 2024, Planeta IFMG 2024.



um patrimônio histórico-cultural que proporciona atrativos turísticos para o município de Guanhões, preserva um importante mosaico de vegetação e recursos hídricos da região (IEF,1998). Embora o PESC detenha uma área de grande importância ambiental e ecológica, o mesmo sofre com uma série de desafios que ameaçam sua integridade e a eficácia de suas estratégias de conservação. Pressões consideráveis como as provenientes da extração mineral, presença ilegal de comunidades de Povos Tradicionais Indígenas e das atividades agropecuárias conduzidas por fazendeiros nas áreas circundantes, têm levantado questionamentos sobre a capacidade de preservação do Parque em um contexto de desenvolvimento regional.

Nesse cenário, é essencial conduzir uma análise temporal abrangente para entender como essas pressões e impactos evoluem ao longo do tempo. O uso de técnicas de geoprocessamento para mapear e quantificar as mudanças na paisagem no uso da terra ao longo de diferentes períodos permite uma compreensão mais profunda das transformações ocorridas e de suas implicações para a preservação (Oliveira, 2011).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho a realização de uma análise temporal, do processo de preservação do Parque Estadual Serra da Candonga e de sua zona de amortecimento, através de ferramentas de geoprocessamento pelo qual é possível avaliar como essa zona de transição entre as áreas protegidas e as atividades humanas circundantes evoluiu ao longo do tempo.

## **METODOLOGIA:**

A área de estudo analisada compreende o Parque Estadual Serra da Candonga (PESC), que está inserido no bioma Mata Atlântica, localizado no município de Guanhões, na microbacia do rio Santo Antônio, bacia hidrográfica do Rio Doce, em Minas Gerais (IEF, 1998).

Os dados utilizados sendo imagens *Landsat* com resolução de 30 metros, do período de 1986 a 2021 foram obtidos do projeto MapBiomias coleção 7 e importados na plataforma *Google Earth Engine* (GEE). O projeto MapBiomias usa imagens *Landsat* de observação da terra com satélite, estas processadas em pixels, permitem uma análise detalhada das alterações no uso da terra e na cobertura vegetal (Projeto MapBiomias, 2019).

Após inseridas no GEE, os dados gerados das imagens classificadas, foram reclassificados em uma série temporal binária, na qual áreas de uso antrópico foram marcadas com o valor 1 e áreas de uso natural foram marcadas com o valor 0. Representados pela seguinte função:

$$f(x) = \{1, \text{ se } x \text{ é uma área de uso antrópico e } 0 \text{ se } x \text{ é uma área natural}$$

Onde:  $x$  representa uma área dentro do conjunto de dados.

Em seguida, inseriu-se o limite do PESC e, sobre ele, foram criadas zonas de buffer que variam de 30 metros até o limite de 5 km fora do parque. Dentro do parque, aplicou-se um buffer negativo, também em faixas de 30 metros. Essas zonas de *buffer* foram utilizadas para investigar a influência do parque sobre os usos do solo em suas imediações e ao redor de seus limites.

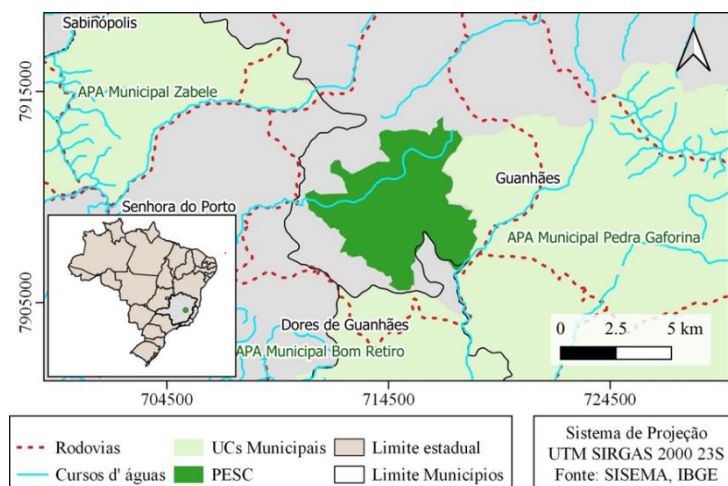


Figura 1- Contextualização espacial do Parque Estadual Serra da Candonga

Para quantificar o uso antrópico dentro de cada zona de buffer, foi realizada uma operação orientada a objetos. Esta operação envolveu a soma de todos os pixels com valor 1 (uso antrópico) contidos em cada zona de buffer. A soma foi então multiplicada por um fator de conversão de 0,09 para converter os pixels em hectares conforme a equação (1).

Eq.(1)

$$A_i = 0.09 \sum_{j \in (B_i)} I(x_j)$$

Onde:  $A_i$  = Área de uso antrópico em hectares;  $I$  = Zona de *buffer*;  $B_i$  = conjunto de todos os pixels na zona de buffer  $i$ ;  $X_j$  é a área representada pelo pixel  $j$ .

No entanto, em vez de calcular a área total com uso natural, calculou-se a porcentagem desta área em cada faixa de buffer. O que permitiu comparar a proporção de uso natural do solo ao longo do tempo, tanto dentro como fora do parque, e em diferentes distâncias do limite do mesmo.

Essa dinâmica de uso temporal do PESC foi investigada por meio da implementação do teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall. Para Formigoni 2018, este método, constitui uma ferramenta eficaz para a detecção de tendências monotônicas em séries temporais. A ferramenta garante mais robustez aos dados diante de outliers, uma vez que o método de Mann-Kendall possui suposições rígidas quanto à distribuição subjacente dos dados (Hamed, 2008).

A cada faixa de buffer, tanto na direção externa quanto interna em relação ao Parque, organizou-se uma série temporal que expressa a porcentagem da área que apresenta uso natural. Cada ponto dado nesta série temporal corresponde a um ano específico.

Em seguida, para cada série temporal, calculou-se o  $\tau$  (tau) de Kendall, uma medida de associação para variáveis ordinais, neste caso um coeficiente de correlação que mede o tempo e a porcentagem de área com uso natural (Hamed, 2008).

O cálculo do coeficiente  $\tau$  (tau) de Kendall foi realizado utilizando a seguinte equação (2):



Eq.(2)

$$r = \frac{nc - nd}{\sqrt{(n0 - n1) \cdot (n0 - n2)}}$$

Onde:

$nc$  = Número de pares concordantes;  $nd$  = Número de pares discordantes;  $n0$  = Número total de pares;  $n1$  = Número total de pares para a primeira variável;  $n2$  = Número total de pares para a segunda variável.

Um valor  $\tau$  (tau) positivo denota uma tendência ascendente no uso natural com o passar do tempo. Enquanto que valor  $\tau$  (tau) negativo sinaliza uma tendência descendente.

Para avaliar a significância da tendência observada em cada série temporal, determinou-se o valor  $p$  associado ao teste de hipóteses nulas de que a série temporal é aleatória, ou seja, desprovida de uma tendência. Conforme a convenção estatística, um valor- $p$  inferior a 0,05 é interpretado como evidência de que a tendência observada não pode ser atribuída ao acaso (Kendall,1975).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Temporalmente, foi observado dois momentos distintos de uso do solo no PESC. Entre 1997 a 2008 foi verificado um fenômeno uma redução de áreas naturais, tanto dentro como nas proximidades do PESC. Após esse período, os dados apontaram para um aumento no uso natural do solo, que começou em torno de 2008 e continuou até 2021, última imagem analisada.

O PESC foi instituído em 1998, e passou por uma fase ilegal de exploração dos recursos naturais principalmente para fins carvoeiros. Isso porque o parque não é constituído em sua totalidade por terras públicas, como preconiza a Lei Federal nº 9.985 de 2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (Brasil, 2000). Isso dificulta a ação dos órgãos ambientais e atuação da fiscalização.

Com a queda do mercado do carvão e a tentativa da intensificação das fiscalizações, muitas áreas desmatadas foram abandonadas e iniciou o processo de regeneração natural, isso fez com que, a partir do fim de 2008 novas áreas de ocupação de vegetação natural fosse identificada. Isso foi confirmado pelo teste de Mann-Kendall que apontaram para uma maior conservação dentro e fora do parque com o aumento no uso natural na zona de amortecimento na última década, bem como a recuperação de áreas naturais dentro do PESC após o declínio inicial. O coeficiente  $\tau$  (tau) de Kendall também apresentou valor positivo para a zona de amortecimento, indicando uma tendência de aumento no uso natural do solo ao longo do tempo.

O Parque Estadual da Serra do Candonga exerce uma influência significativa na preservação das áreas naturais em seu entorno. Observou-se que, para a maioria das faixas de distância fora do PESC, a proporção de uso natural do solo tem aumentado significativamente ao longo do tempo, particularmente nas faixas de distância dentro da zona de amortecimento, que é de 3 Km. A zona de amortecimento tem como objetivo frear os impactos diretos das áreas protegidas, e segundo Oliveira (2013) quanto mais distante dessa zona maior chance de atividades de impacto sobre as UCs.

A influência do parque parece diminuir à medida que a distância do PESC aumenta, mas não há um ponto de corte onde a influência do Parque deixa de ser significativa. Portanto, o Parque tem



uma atuação positiva na conservação das áreas naturais em seu entorno, a definição de uma zona de influência precisa depende de uma análise mais aprofundada. Isso poderia incluir, por exemplo, a análise de tendências espaciais nos dados, ou a aplicação de métodos estatísticos mais avançados para modelar a relação entre a distância ao parque e a proporção de uso natural do solo. Embora a pressão de mineradoras, agricultores e ocupações irregulares apresentem desafios significativos à conservação de áreas naturais, a presença do PESC pode ajudar a mitigar esses impactos.

### CONCLUSÕES:

Os resultados elencam o objetivo deste trabalho, conforme observado pela análise temporal sob diferentes faixas de transição, houve um aumento na proporção de uso natural do solo do PESC ao longo do tempo, tanto dentro quanto fora do parque. Esse aumento foi mais acentuado zona de amortecimento, o que sugere que o fato de se ter na área uma UC de proteção integral inibe ações degradadoras em suas imediações.

### REFERÊNCIAS:

BRASIL. Lei no 9.985. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm).

FONSECA, Mônica; LAMAS, Ivana; KASECKER, Thais. O papel das unidades de conservação. *Scientific American Brasil*, v. 39, p. 18-23, 2010.

HAMED, K. H. Trend detection in hydrologic data: The Mann-Kendall trend test under the scaling hypothesis. *Journal of Hydrology*, Amsterdam, v. 349, p. 350-363, 2008.

IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Parque Estadual Serra da Candonga. Decreto nº40.170, de 17 de dezembro de 1998. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/208-parque-estadual-serra-da-candonga>.

KENDALL, M. G., Rank Correlation Measures. Ed. Charles Griffin. London, 1975 MAPBIOMAS. *MapBiomias General —Handbook I - Algorithm Theoretical Basis Document(ATBD)*. 2019. 42p.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomias – Coleção 8 (1985-2022) da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2022. Códigos das classes da legenda e paleta de cores utilizadas na Coleção 8 do MapBiomias. Disponível em: <https://doi.org/10.58053/MapBiomias/VJIJCL>

OLIVEIRA, Frederico Fonseca Galvão de. Aplicação das técnicas de geoprocessamento na análise dos impactos ambientais e na determinação da vulnerabilidade ambiental no litoral sul do Rio Grande do Norte. 2011.

OLIVEIRA, Josemary Santos et al. Índices de vegetação (NDVI, IVAS, IAF, NDWI) como subsídio à gestão do uso e ocupação do solo na zona de amortecimento da Reserva Biológica de Saltinho. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.