



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MATO GROSSO DO SUL**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

GABRIEL TAKASHI KATSU

**ANÁLISE TEMPORAL DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO CACHOEIRA DO APA
POR MEIO DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA**

CAMPO GRANDE, MS
2024

GABRIEL TAKASHI KATSU

Análise Temporal da Unidade de Conservação Cachoeira do Apa por Meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos necessários para conclusão da Graduação em Engenharia Ambiental.

Orientador Antonio Conceição Paranhos Filho
Coorientador(a): Waleria Menezes Barros

CAMPO GRANDE, MS
2024

RESUMO

O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do Brasil devido à crescente expansão agropecuária, que tem promovido desmatamento, fragmentação de habitats e perda de biodiversidade. Nesse contexto, surgem as unidades de conservação (UC), visando assegurar a conservação da biodiversidade nesses locais. O presente estudo analisou a dinâmica temporal da cobertura vegetal na Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa, localizada em Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Foram comparadas imagens de satélite dos anos de 2000 e 2024, captadas pelos satélites Landsat 5 e Landsat 9, respectivamente. A metodologia envolveu a classificação de NDVI em categorias que identificaram corpos d'água, solo exposto, vegetação rasteira/arbustiva e vegetação arbórea, avaliando suas variações de área ao longo do período. Os resultados mostraram que, enquanto houve aumento significativo de solo exposto e redução de vegetação arbórea na zona de amortecimento proposta, a UC manteve sua integridade ecológica, com predominância de vegetação densa. Esses resultados reforçam a importância da UC e das políticas públicas de preservação do meio ambiente, apesar das pressões antrópicas no entorno.

Palavras-chave: : Sensoriamento remoto, Cerrado, Monitoramento ambiental.

ABSTRACT

The Cerrado is one of Brazil's most threatened biomes due to the growing agricultural expansion, which has driven deforestation, habitat fragmentation, and biodiversity loss. In this context, conservation units (UCs) have emerged as a means to ensure biodiversity conservation in these areas. This study analyzed the temporal dynamics of vegetation cover in the Cachoeira do Apa Municipal Natural Park Conservation Unit, located in Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Satellite images from 2000 and 2024, captured by Landsat 5 and Landsat 9 satellites respectively, were compared. The methodology involved classifying NDVI into categories that identified water bodies, exposed soil, grass/shrub vegetation, and tree vegetation, assessing their area variations over the period. The results showed that while there was a significant increase in exposed soil and a reduction in tree vegetation in the proposed buffer zone, the UC maintained its ecological integrity, with a predominance of dense vegetation. These findings underscore the importance of the UC and public policies for environmental preservation, despite anthropogenic pressures in the surrounding areas.

Keywords: Remote sensing, Cerrado, Environmental monitoring.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	7
3 MATERIAIS E MÉTODOS	8
3.1 Área de Estudo	8
3.2 Coleta e Processamento de Dados	9
3.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	11
5 CONCLUSÃO	17
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, e apresenta características como árvores de tronco grosso e de aspecto tortuoso, também possui presença de gramíneas e arbustos. Além da importância ecológica, esse bioma também apresenta relevância econômica, visto que grande parte de sua área de cobertura é ocupada pelo setor agropecuário, principalmente na região centro-oeste do Brasil. Essa situação ocasiona o avanço da agricultura e pecuária nesse bioma, ocasionando supressão vegetal, desmatamento e antropização em tais áreas. No Brasil, e especialmente no Cerrado, a degradação está fortemente associada à exploração agropecuária (Cunha et al., 2008).

Diante desse cenário, as Unidades de Conservação (UCs) emergem como ferramentas estratégicas para a proteção do Cerrado. Criadas para preservar ecossistemas ameaçados, essas áreas têm a premissa de conter a degradação ambiental e garantir a conservação da vegetação nativa. Conforme dispõe o artigo 2º da Lei nº 9.985/2000 (Brasil, 2000), uma UC é um espaço territorial juntamente com seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo poder público, com objetivos de conservação e limites bem definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam práticas de proteção. Contudo, para determinar a efetividade das UCs são necessárias práticas de supervisão constante, que permitam detectar alterações na vegetação, contribuindo para a avaliação de sua integridade temporal (Lima et al., 2005).

Nesse contexto, o sensoriamento remoto surge como uma tecnologia valiosa para o monitoramento ambiental dessas áreas. Sensoriamento remoto é o nome atribuído aos métodos de coleta de dados e informações à distância do objeto ou fenômeno em estudo por algum tipo de dispositivo de gravação (Paranhos et al., 2021). Dentre as diversas técnicas de sensoriamento remoto, destaca-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).

O NDVI é um indicador de vegetação que possibilita identificar áreas com maior quantidade de biomassa verde (Rouse et al., 1973). Dessa forma, o índice pode ser utilizado para o monitoramento da vegetação em áreas específicas. O NDVI, como ferramenta para o monitoramento da vegetação, é utilizado para construir perfis sazonais e temporais, permitindo comparações interanuais desses perfis (Ponzoni et al., 2015).

2 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Avaliar a eficiência da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa na preservação da cobertura vegetal ao longo do tempo.

Objetivos Específicos:

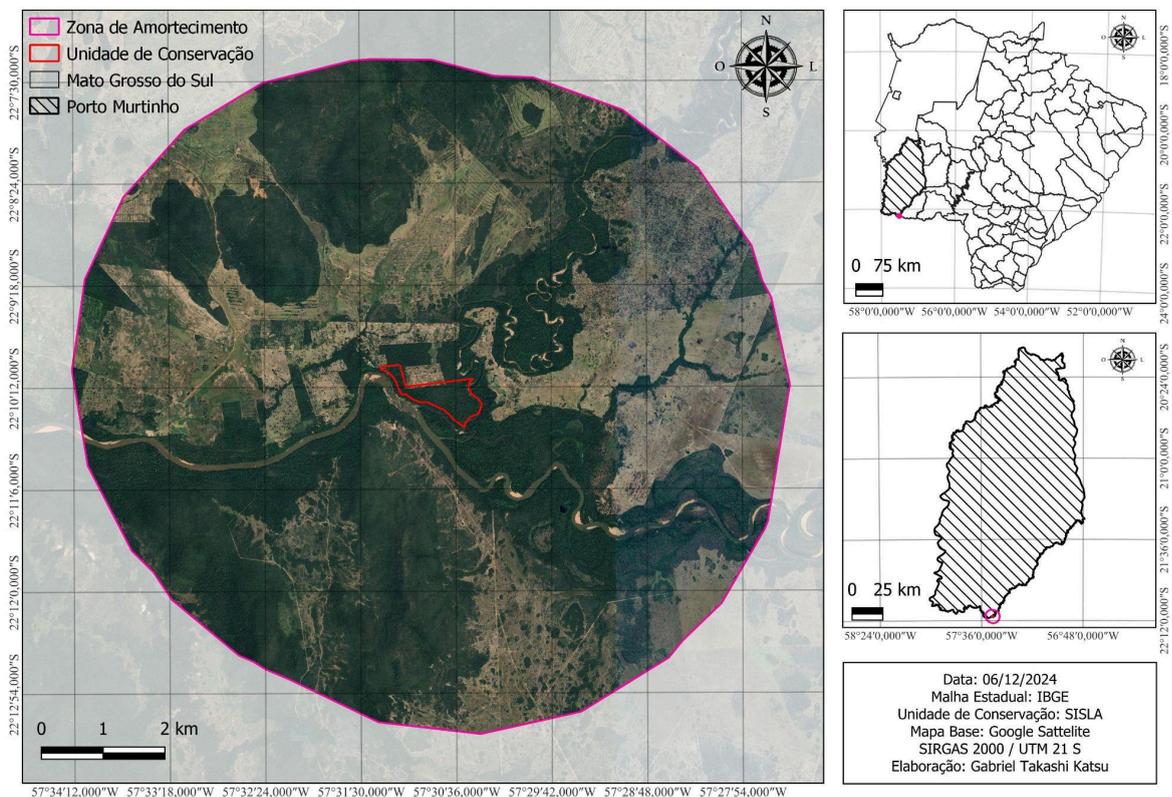
- Utilizar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para analisar a cobertura vegetal nos anos de 2000 e 2024.
- Comparar as mudanças nas áreas de cobertura vegetal antes e depois da criação da Unidade de Conservação.
- Identificar a contribuição da unidade para a manutenção da integridade ecológica da região.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa, uma área de 58 hectares, criada em 2001 através do decreto municipal 2573/2001 (IMASUL, 2023). A área é classificada como proteção integral e está localizada no município de Porto Murtinho, próximo à divisa com o município de Caracol e, em seu limite inferior, tem a presença do rio Apa que faz a divisa com o distrito paraguaio de San Carlos del Apa (Figura 1).

Figura 1 - Localização do Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa



A escolha foi baseada em sua relevância ecológica e nos desafios relacionados à preservação de sua cobertura vegetal, visto que não possui plano de manejo, o que pode prejudicar sua função principal de proteger os recursos naturais e a biodiversidade. Sem esse documento, que estabelece diretrizes claras para o uso e a preservação da área, a gestão torna-se desorganizada e ineficaz. Isso facilita a ocorrência de atividades humanas desordenadas, como desmatamento, caça, pesca predatória e ocupações ilegais, que degradam

o ambiente e comprometem os ecossistemas locais. Além disso, a área não apresenta uma zona de amortecimento definida, o que ocasiona a forte pressão antrópica no entorno da UC.

3.2 Coleta e Processamento de Dados

As informações referentes à unidade de conservação analisada foram extraídas do banco de dados do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL), especificamente pelo Sistema Interativo de Suporte ao Licenciamento Ambiental (SISLA). Nesse ambiente foi possível obter o arquivo vetorial da UC contendo a área e localização em sua tabela de atributos.

Em seguida, verificou-se a órbita/ponto correspondente à imagem de satélite a ser utilizada para as análises de NDVI. Para a aquisição das mesmas, foi acessada a plataforma gratuita EarthExplorer, mantida pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). As imagens foram selecionadas seguindo alguns critérios, dentre eles a ausência de cobertura de nuvens, datas correspondentes a períodos de estação seca, para minimizar as interferências de sazonalidade nas análises e ela deveria localizar-se na órbita/ponto 226/075. Baseado nessas exigências, foram selecionadas 2 imagens da coleção 2 - level 2, que já possuem correções atmosféricas, uma Landsat 5 TM datada em 13 de agosto de 2000 e uma Landsat 9 de 08 de setembro de 2024.

O ano de 2000 foi selecionado para análise por anteceder a criação da Unidade de Conservação, permitindo compreender as condições e os fatores que justificaram sua instituição. Por sua vez, o ano de 2024 foi escolhido para representar o cenário atual, possibilitando uma avaliação temporal dos impactos e mudanças ocorridas desde a implementação da unidade.

Para fins de apoio e verificação foi realizada a composição falsa-cor para ambas as imagens. Essas imagens são assim chamadas pois são mesclagens de cores diferentes das cores reais, porém, apesar de serem diferentes, podem facilitar a interpretação de informações que ao olho humano seriam de difícil identificação (Paranhos et al., 2021). O apoio das bandas falsas-cores potencializa a interpretação dos valores de NDVI e facilita o processo de identificação das diferentes classes de vegetação.

Para o ano de 2000, a composição falsa-cor utilizada foi a RGB 4-5-3, enquanto na imagem de 2024, foi utilizada a composição RGB 5-6-4. Ambas foram processadas através da ferramenta de Mosaico presente no software QGIS 3.28.4 (QGIS Development Team, 2024).

3.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O NDVI foi inicialmente introduzido por Rouse et al. (1973) para a quantificação do crescimento da vegetação e da biomassa acumulada, e varia de -1 a +1. Quanto maior o valor do índice, maior o vigor de desenvolvimento da cultura (Rouse et al., 1973). O funcionamento do NDVI é dado pela capacidade da clorofila das plantas em absorver a luz vermelha enquanto a estrutura celular da folha reflete a luz infravermelha próxima (Passos, 2021).

O índice de vegetação por diferença normalizada, é calculado pela diferença entre as bandas do Infravermelho Próximo e do Vermelho, normalizada pela soma das mesmas bandas (Zanzarini et al., 2013), conforme apresentado na equação 1.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

Para a Landsat 5 o NDVI foi calculado através das bandas 4 e 3, sendo a banda 4 correspondente ao infravermelho próximo e a banda 3 ao vermelho (equação 2). Já para a obtenção do NDVI utilizando as imagens do Landsat 9, foi realizado o cálculo através das bandas 5 e 4, sendo a 5 o infravermelho próximo e a 4 o vermelho (equação 3).

$$NDVI \text{ Landsat } 5 = \frac{(Banda \ 4 - Banda \ 3)}{(Banda \ 4 + Banda \ 3)} \quad (2)$$

$$NDVI \text{ Landsat } 9 = \frac{(Banda \ 5 - Banda \ 4)}{(Banda \ 5 + Banda \ 4)} \quad (3)$$

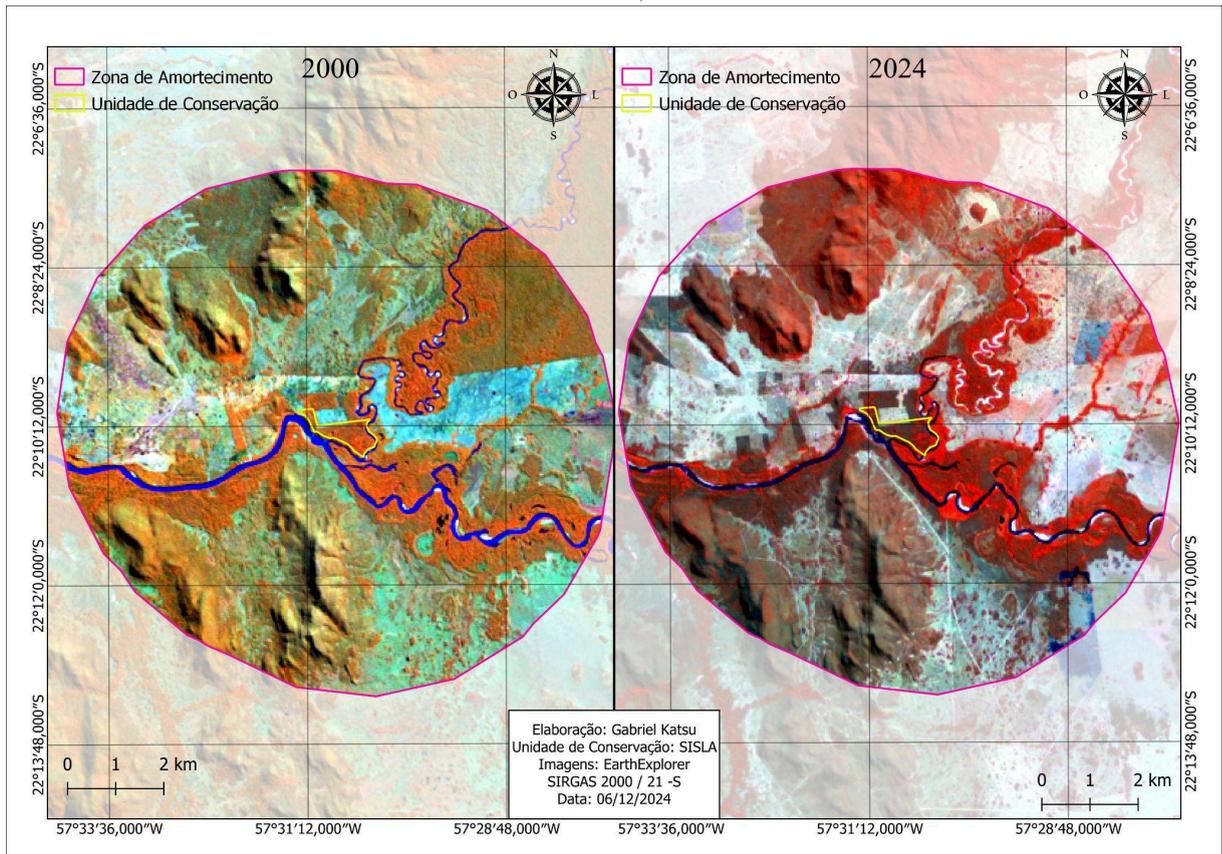
As equações do NDVI foram inseridas na ferramenta Calculadora Raster, presente no software QGIS (QGIS Development Team, 2024). Após o cálculo, foram coletadas 5 amostras para cada tipo de vegetação, de forma que os mínimos e máximos de cada classe fossem determinados.

Utilizando da imagem falsa-cor como base, os limites da UC foram ajustados manualmente e o NDVI foi reclassificado em 4 categorias: corpos d'água, solo exposto, vegetação rasteira/arbustiva e vegetação arbórea. Dessa forma, cada área foi quantificada através da ferramenta r.report, presente no complemento GRASS-7 Versão 2.0, e tabelada para a realização da avaliação temporal e posterior identificação de alterações na UC e em seu redor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando inicialmente as imagens falsa-cor geradas para o ano de 2000 e 2024 (Figura 2) é possível perceber diversas alterações no perfil da vegetação, principalmente na zona de amortecimento.

Figura 2 - Composição RGB 4-5-3 para Landsat 5 (à esquerda) e composição RGB 5-6-4 para o Landsat 9 (à direita)



A principal diferença observada entre as imagens é a redução significativa de vegetação arbórea presente na parte superior direita da zona de amortecimento. Também é de fácil identificação o aumento expressivo das áreas de solo exposto na porção leste e oeste da zona de amortecimento proposta para a unidade de conservação. Além disso, é possível notar processos de assoreamento ao longo do curso do Rio Apa.

Através do NDVI foi possível fazer uma análise mais precisa das regiões alteradas. Para a imagem de 2000, os valores de água variaram de -1 a 0 enquanto os valores de solo exposto foram de 0 a 0,20. Já para vegetação rasteira o valor foi de 0,20 a 0,25, e vegetação densa de 0,25 a 1 (Tabela 1).

Tabela - 1 Intervalo de valores para classificação do NDVI da imagem Landsat 5 (2000)

Classe	Intervalo
Corpo d'água	-1 a 0
Solo exposto	0 a 0,2
Vegetação Rasteira / Arbustiva	0,2 a 0,25
Vegetação Arbórea	0,25 a 1

Para a imagem de 2024, manteve-se os intervalos, com exceção da vegetação rasteira/arbustiva que variou de 0,2 a 0,23, e a vegetação arbórea que variou de 0,23 a 1 (Tabela 2). Tal mudança foi realizada a fim de melhor representar a situação real da unidade de conservação

Tabela - 2 Intervalo de valores para classificação do NDVI da imagem Landsat 9 (2024)

Classe	Intervalo
Corpo d'água	-1 a 0
Solo exposto	0 a 0,2
Vegetação Rasteira / Arbustiva	0,2 a 0,23
Vegetação Arbórea	0,23 a 1

Em 2000, ano anterior a criação da unidade de conservação, haviam maiores quantidades de pixels correspondentes à vegetação rasteira (verde claro) e vegetação densa (verde escuro) , principalmente ao longo da mata ciliar do Rio Apa. Além disso, parte do corpo d'água na região superior apresentou índice equivalente às regiões de solo exposto

A comparação com a composição falsa-cor do mesmo ano demonstra que tal região não é totalmente assoreada, o que leva a um erro de interpretação por parte do NDVI. Possivelmente o erro pode estar relacionado com a resolução espacial das bandas 4 e 3 do Landsat-5 e as bandas 5 e 4 do Landsat-9 (30 metros) e a largura do corpo d'água na região superior da zona de amortecimento que varia entre 20 e 25 metros de largura. Essa interferência ocorre, pois a área do corpo hídrico é menor que a resolução espacial

representada pelos pixels captados pelo sensor. Para superfícies heterogêneas, a resolução espacial tem um impacto importante na medição do NDVI (Zhangyan et al., 2005).

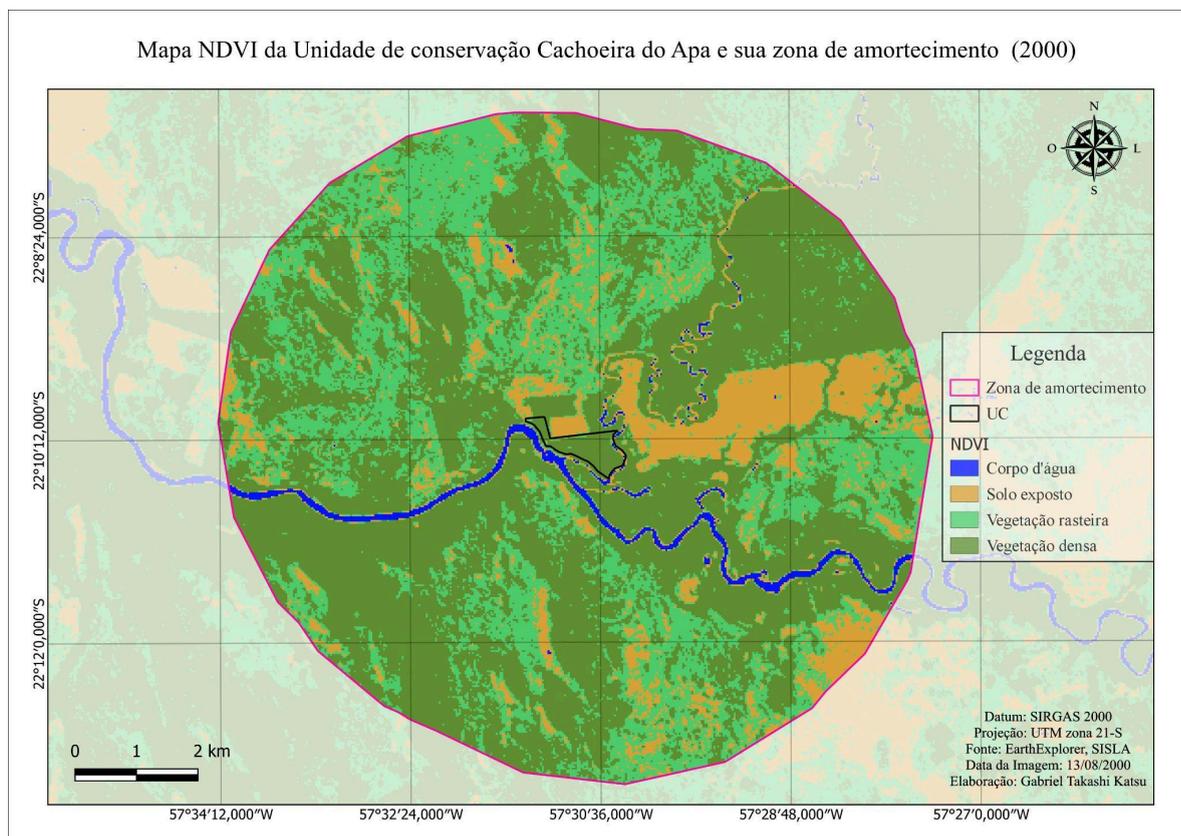
Para o ano de 2000, a zona de amortecimento, que corresponde a 98,1963 km², apresentou 1,4697 km² para corpos d'água, 11,9826 para solo exposto, 31,1857 km² correspondentes a Vegetação Rasteira / Arbustiva e 53,5583 a Vegetação Arbórea (Tabela 3).

Tabela - 3 Área correspondentes por classe de NDVI na Zona de amortecimento (2000)

Classe	Área (km ²)
Corpos d'agua	1,4697
Solo Exposto	11,9826
Vegetação Rasteira / Arbustiva	31,1857
Vegetação Arbórea	53,5583
Total	98,1963

A situação anterior a criação da UC demonstra que apesar de possuir áreas densamente florestadas, já havia presença de atividades antrópicas no entorno, o que desencadeou a preocupação com a preservação do bioma e criação da Unidade de Conservação (Figura 3).

Figura 3 - Mapa NDVI para o ano de 2000



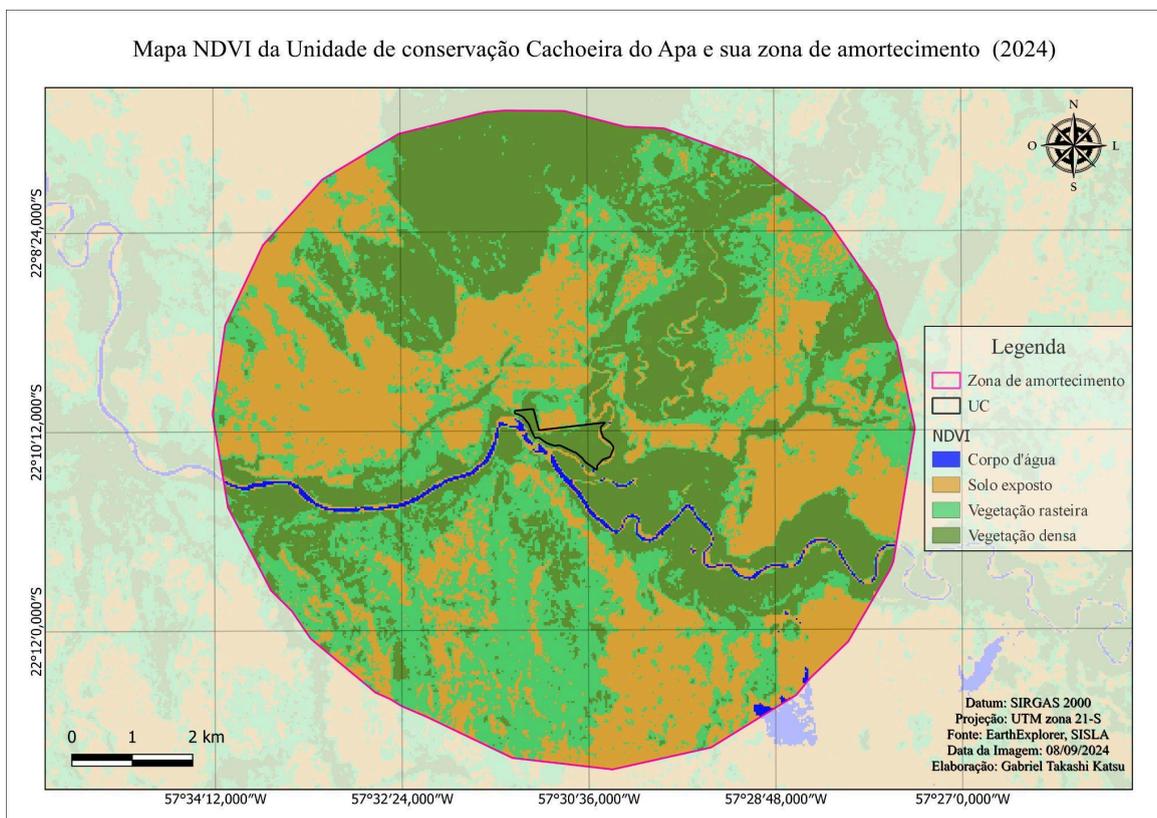
Para 2024, o NDVI indicou um grande aumento das áreas de solo exposto na zona definida de 5 km, principalmente a nordeste da zona de amortecimento, evidenciando o avanço da degradação. Conforme apresentado na Tabela 4, o NDVI indicou que no ano de 2024, os corpos d'água foram representados por 0,8055 km², enquanto o solo exposto contou com 29,7594 km². Já a vegetação rasteira apresentou 33,8410 km² e a arbórea 33,7904.

Tabela - 4 Área correspondentes por classe de NDVI na Zona de amortecimento (2000)

Classe	Área (km ²)
Corpos d'agua	0,8055
Solo Exposto	29,7594
Vegetação Rasteira / Arbustiva	33,8410
Vegetação Arbórea	33,7904
Total	98,1963

Na Figura 4, é possível notar a presença de bancos de areia ao longo do curso do Rio Apa e o assoreamento do corpo d'água na parte superior da área analisada, evidenciados também pela coloração clara na composição falsa-cor obtida anteriormente.

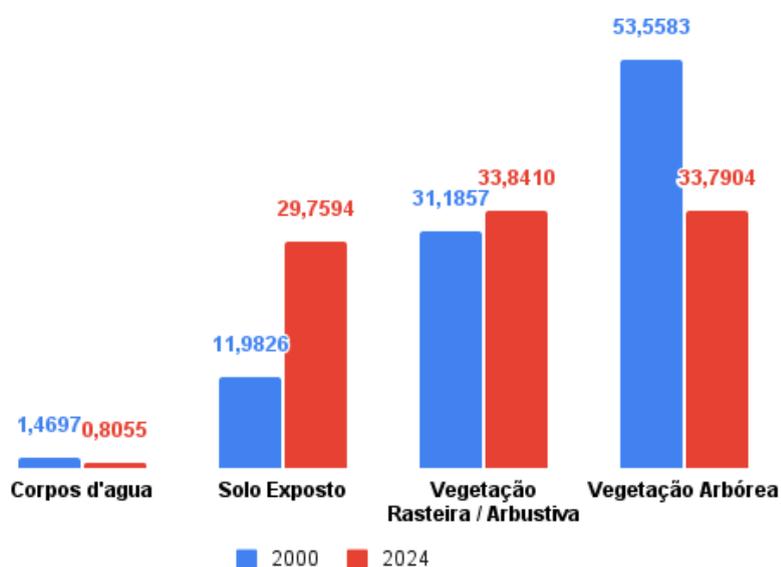
Figura 4 - Mapa NDVI para o ano de 2024



A presença dos bancos de areia estão diretamente relacionados com o aumento do solo exposto, tornando essas áreas são mais suscetíveis a ocorrência do efeito “splash”. Este efeito é caracterizado pelas gotas da chuva, como a sua energia cinética não é dissipada, devido a falta de cobertura vegetal, ela chega ao solo com energia suficiente para causar a desagregação do solo e carregar os sedimentos para os corpos d’água. O efeito “splash” é o estágio inicial do processo erosivo, pois prepara as partículas que compõem o solo, para serem transportadas pelo escoamento superficial (Cardoso et al., 2010).

Fazendo uma comparação dos períodos analisados (Figura 5), é possível perceber o impacto das atividades humanas ao longo do período de estudo, demonstrando a vulnerabilidade do Cerrado diante de pressões antrópicas. Parte desse processo de degradação pode ser explicado pelo avanço das atividades agrícolas sobre áreas verdes no entorno da unidade de conservação, demonstrando o risco que essa expansão representa para o parque e para o cerrado (Veroneze et al., 2014).

Figura 5 - Gráfico (2000 x 2024) das áreas de cada classe de vegetação na Zona de Amortecimento



Fonte: Autor

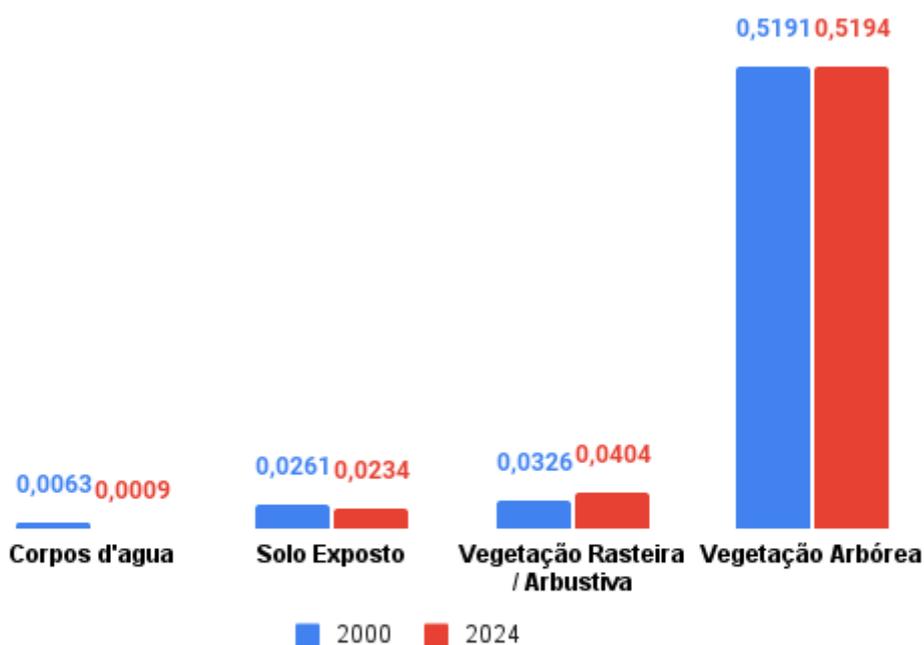
Ao analisar o Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa, os valores de área para cada classe através do NDVI indicaram ausência de mudanças significativas na cobertura vegetal (Tabela 5). A estabilidade do índice sugere que a UC manteve sua integridade ecológica, com predominância de vegetação densa. Além disso, Nota-se que a região de solo

exposto encontrada na UC se dá pela presença de bancos de areia localizados no curso d'água próximo ao seu limite territorial (Figura 6).

Tabela - 5 Área correspondentes por classe de NDVI na Unidade de Conservação (2000 x 2024)

Classe	Área (km ²) - 2000	Área (km ²) - 2024
Corpos d'agua	0,0063	0,0009
Solo Exposto	0,0261	0,0234
Vegetação Rasteira / Arbustiva	0,0326	0,0404
Vegetação Arbórea	0,5191	0,5194
Total	0,5841	0,5841

Figura 6 - Gráfico (2000 x 2024) das áreas de cada classe de vegetação na Unidade de Conservação



Fonte: Autor

Com base nos resultados apresentados é possível perceber que apesar da manutenção da vegetação dentro da unidade de conservação Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa ter demonstrado a eficácia das políticas de preservação implementadas, ainda é necessário reforçar as ações no entorno, onde a pressão antrópica continua a ser um desafio, visto que, a análise temporal identificou padrões espaciais claros de degradação no entorno, evidenciando o avanço da antropização sobre as áreas do Cerrado.

5 CONCLUSÃO

A análise temporal da cobertura vegetal na Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa demonstrou a manutenção da integridade ecológica da área protegida, com predominância de vegetação densa durante os períodos estudados, cumprindo com a sua proposta. Essa estabilidade demonstra a eficácia das políticas de preservação adotadas, apesar das intensas pressões antrópicas na zona de amortecimento, onde se verificou um aumento expressivo de solo exposto e redução da vegetação densa.

Os resultados obtidos no entorno apontam a necessidade urgente de elaboração de um plano de manejo e, além disso, a delimitação de uma zona de amortecimento que sirva como barreira de proteção, minimizando os impactos externos provenientes de atividades antrópicas e favorecendo a conectividade ecológica com as áreas adjacentes. A zona de amortecimento desempenha um papel crucial no suporte à biodiversidade e na mitigação dos efeitos do desmatamento e da degradação ambiental.

Portanto, este estudo reforça que a implementação de um plano de manejo integrado à definição e gestão efetiva de uma zona de amortecimento, além do constante monitoramento dessas áreas, principalmente através de técnicas de sensoriamento remoto, é indispensável para a conservação a longo prazo da Unidade de Conservação Cachoeira do Apa. Essas ações não apenas protegem o bioma Cerrado, mas também promovem o desenvolvimento sustentável da região, beneficiando tanto o meio ambiente quanto as comunidades que dependem dos recursos naturais da área.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA NETO, I. Uso de ferramentas de SIG e sensoriamento remoto para o monitoramento do desmatamento em unidades de conservação: estudo de caso da Floresta Nacional do Bom Futuro-RO. Orientadora: Maria Madalena Ferreira. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2009. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/789>. Acesso em: 14 nov. 2024

ASSAD, E. D.; VICTÓRIA, D. C.; CUADRA, S. V.; PUGLIERO, V. S.; ZANETTI, M. Efeitos 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, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 7, p. 213-228. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1121719>. Acesso em: 14 de nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 9985, 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. Brasília, DF: Presidência da República, [2000]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 14 nov. 2024

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Plataforma oficial do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza; Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/powerbi>; Acesso em: 15 nov. 2024.

CARDOSO, R.; CAMPOS, A. C. Impactos Ambientais causados por processos erosivos no Parque Carmo Bernardes no Município de Goiânia, Goiás. In: I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Bauru SP. 2010. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2010/XI-022.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2024.

CUNHA, N. R. da S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. de M.; BRAGA, M. J. A intensidade da Exploração Agropecuária como Indicador da Degradação Ambiental na Região dos Cerrados. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Minas Gerais, v. 46, n. 2, p. 291-323, jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000200002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/Prdytp4hgPnJpmX3SVycJFG/#>. Acesso em: 14 nov. 2024.

DUAILIBI, G. Z.; OLIVEIRA, J. M.; BENTOS, I. F.; MIOTO, C. L.; ENCINA, C. C. C.; FIGUEIREDO, H. R.; RIBEIRO, A. A.; PESSI, D. D.; PARANHOS FILHO, A. C. Tutorial: Análise da Cobertura Vegetal. Maringá: UNIEDUSUL, 2022. Disponível em: <https://www.uniedusul.com.br/publicacao/tutorial-analise-da-cobertura-vegetal/>. Acesso em: 14 nov. 2024.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul. **Cadastro Estadual de Unidades de Conservação**, 2023. Disponível em: https://www.imasul.ms.gov.br/wpcontent/uploads/2023/12/Planilha-CEUC_site-Imasul_UCs_atualizad-o-conf.-indices-definitivos.-2023_2024.pdf. Acesso em 141 nov. 2024.

JIANG, Z.; CHEN Y.; LI J.; DOU W. The Impact of Spatial Resolution on NDVI Over Heterogeneous Surface. In: Proceedings. 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS'05. IEEE, 2005. p. 1310-1313. DOI: 10.1109/IGARSS.2005.1525361 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/269197759_The_impact_of_spatial_resolution_on_NDVI_over_heterogeneous_surface. Acesso em: 14 nov. 2024

LI S.; XU L.; JING Y.; YIN H.; LI X.; GUAN. X. High-quality Vegetation Index Product Generation: A Review of NDVI Time Series Reconstruction Techniques. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. v. 105, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102640>.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243421003470>. Acesso em: 14 nov. 2024.

LIMA, G. S.; RIBEIRO, G. A.; GONÇALVES, W. Avaliação da efetividade de manejo das unidades de conservação de proteção integral em Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 29, p. 647-653, 2005.

PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; PESSI, D. D.; GAMARRA, R. M.; SILVA, N. M.; RIBEIRO, V. O.; CHAVES, J. R. **Geotecnologias para aplicações ambientais**. Maringá: UNIEDUSUL, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348311012_Geotecnologias_para_Aplicacoes_Ambientais. Acesso em: 14 nov. 2024

PASSOS, A. O. de. **Índices de Reflectância, NDVI e EVI Como Indicadores de Níveis de Degradação Das Pastagens Tropicais**. Orientadora: Teresa Cristina Tarlé Pissarra. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/210915>. Acesso em: 05 dez. 2024

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH T. M. **Sensoriamento Remoto da Vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Disponível em: https://books.google.com.br/books/about/Sensoriamento_remoto_da_vegeta%C3%A7%C3%A3o.html?id=pEHGCgAAQBAJ&redir_esc=y. Acesso em: 14 nov. 2024.

QGIS Development Team, 2024. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>

ROCHA, G. F.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Detecção de Desmatamentos no Bioma Cerrado Entre 2002 e 2009: Padrões, Tendências e Impactos. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 63, n. 3, 2012. DOI: 10.14393/rbcv63n3-43744. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43744>. Acesso em: 14 nov. 2024.

ROUSE, J. W.; HAAS, J. A.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: **Earth Resources. Technology Satellite-1 Symposium**, 3., Washington D.C., 1973. Proceedings. Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, v. 1, p.309-317. (NASA SP-351).

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, p. 153-156, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2008000100020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/d849WYR63MFQSN9wVx7ZtYn/?lang=pt>. Acesso em: 14 de nov. 2024

SANTANA, C. A. M.; CAMPOS, S. K.; MARRA, R.; ARAGÃO, A. A. Cerrado: pilar da agricultura brasileira. in: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. **Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 2, p. 39-58. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1121866>. Acesso em: 14 de nov. 2024

SILVA, A. M. da. Análise da Cobertura do Solo da Área de Entorno de Três Unidades de Conservação Localizadas no Estado de São Paulo. **Holos Environment**, v. 4, n. 2, p. 130-144, 2004. DOI: 10.14295/holos.v4i2.350. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/350>. Acesso em: 15 nov. 2024

SILVA, S. D.; BARBOSA, A. S. Paisagens e Fronteiras do Cerrado: Ciência, Biodiversidade e Expansão Agrícola nos Chapadões Centrais do Brasil. **Estudos Ibero-Americanos**, v. 46, n. 1, 2020. DOI: 10.15448/1980-864X.2020.1.34028. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/iberoamericana/article/view/34028>. Acesso em: 14 nov. 2024.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Landsat Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**. United States of America. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsatnormalized-difference-vegetation-index> Acesso em: 14 nov. 2024.

VAILANT, F. J. P.; Dinâmica Sazonal e Conservação das Matas Secas no Cerrado: Utilização de Geotecnologias Para o Estudo e Manejo do Bioma Em Jataí, Goiás. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 15, p. 239-263, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14393/OREG-v15-n1-2024-71559> Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/view/71559>. Acesso em: 15 nov. 2024

VERONEZE, O. M. S.; SANTOS, A. F.; PEREIRA, J. G.. Diagnóstico ambiental para a gestão do Parque Natural Municipal Cachoeira do Apa em Porto Murtinho–MS. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/XI-012.pdf> Acesso em: 14 nov. 2024