

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL DE APPS E ÁREAS ADJACENTES DA BACIA DO RIO DE ONDAS (BA) COM O USO DO NDVI

Icaro Yuri Pereira Dias ¹; Marquiline da Silva Santos Lucena ² & Victor Hugo Rabelo Coelho ³

Abstract: This work aims to analyze the integrity of the vegetation in the Permanent Preservation Areas (APPs), adjacent areas (500 m) and other areas of the Rio de Ondas Watershed (BA), using remote sensing techniques. Landsat images (TM and OLI sensors) were used for the years 1994, 2004, 2014 and 2024. After pre-processing, the NDVI of the images was calculated and the areas were evaluated using the five NDVI ranges proposed. The results indicated an increase in dense vegetation (NDVI > 0.50) in the APPs, with a reduction in areas of low and medium vegetation vigor. A similar pattern was also observed in the adjacent areas. However, in the other areas there was an increase in areas with NDVI between 0.15 and 0.35, associated with agricultural crops and indicating the loss of dense vegetation. The results point to the influence of the expansion of agricultural commodities on land use and occupation in the region. Finally, the results were compared with data from the MapBiomas Project, confirming the patterns identified.

Resumo: Este trabalho objetiva analisar a integridade da vegetação das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), áreas adjacentes (500 m) e demais áreas da Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas (BA), a partir de técnicas de sensoriamento remoto. Foram utilizadas imagens Landsat (sensores TM e OLI) para os anos de 1994, 2004, 2014 e 2024, e após o pré-processamento, calculou-se o NDVI das imagens e foram avaliadas as áreas a partir de cinco faixas de NDVI propostas. Os resultados indicaram um aumento da vegetação densa (NDVI > 0,50) nas APPs, com redução de áreas de baixo e médio vigor de vegetação. Um padrão semelhante também foi observado nas áreas adjacentes. Entretanto, nas demais áreas observou-se crescimento de áreas com NDVI entre 0,15 e 0,35, associadas a culturas agrícolas e indicando a perda de vegetação densa. Os resultados apontam para a influência da expansão das *commodities* agrícolas sobre o uso e ocupação de solo na região. Por fim, os resultados foram comparados aos dados do Projeto MapBiomas, confirmando os padrões identificados.

Palavras-Chave – Bacias Hidrográficas; Áreas de Preservação Permanente (APPs); Sensoriamento Remoto.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o rápido processo de urbanização aliado à mudança do estilo de vida da população tem provocado o aumento na demanda por recursos. Especificamente, ações de intensificação no uso e ocupação do solo (LULC) têm agravado a degradação dos ecossistemas e gerado disfunções ambientais diversas, que aliadas às mudanças climáticas, têm alterado os processos ligados ao ciclo da água (Besha *et al.*, 2024). Alterações demográficas, política e socioeconômicas

¹ Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental, UFPB, Campus João Pessoa, Paraíba, CEP: 58051-900, icaroyuridias@gmail.com

² Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental, UFPB, Campus João Pessoa, Paraíba, CEP: 58051-900, marquiline.santos@ifrn.edu.br

³ Professor Dr. do Departamento de Geociências, UFPB, Campus João Pessoa, CEP: 58051-900, victor.coelho@academico.ufpb.br

destacam-se como fatores que favorecem o agravamento do LULC, além de apresentarem-se complexos de serem identificados e determinados (Dwarkish e Ganasri, 2015).

No Brasil, as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) são um dos instrumentos de preservação ambiental criados no Código Florestal de 1965, e posteriormente aprimorados na sua nova versão (Lei Federal nº 12.651/2012). Tratam-se de áreas protegidas com a função de preservar os recursos naturais e garantir o bem estar da sociedade (Brasil, 2012). Contudo, apesar do arcabouço legal existente, são ameaçadas em relação às intensas mudanças de LULC, e tendo em vista a proporção continental brasileira, torna-se necessário o desenvolvimento de novas técnicas para uma melhor gestão dessas áreas e obtenção de informações visando sua preservação (Salis *et al.*, 2017).

Nesse sentido, é imprescindível o investimento em ações de monitoramento de LULC a fim de analisar a expansão e modificação dessas áreas (Fistarol *et al.*, 2017). Para tanto, destaca-se o emprego de técnicas de sensoriamento remoto, que pode ser aplicada aos solos, vegetação, água, setor urbano, etc. (Jensen, 2009). Índices espectrais têm sido amplamente utilizados em análises de monitoramento da vegetação e variação dos alvos, sendo o *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI um dos mais utilizados (Rouse *et al.*, 1973; Melo *et al.*, 2011; Salis *et al.*, 2017).

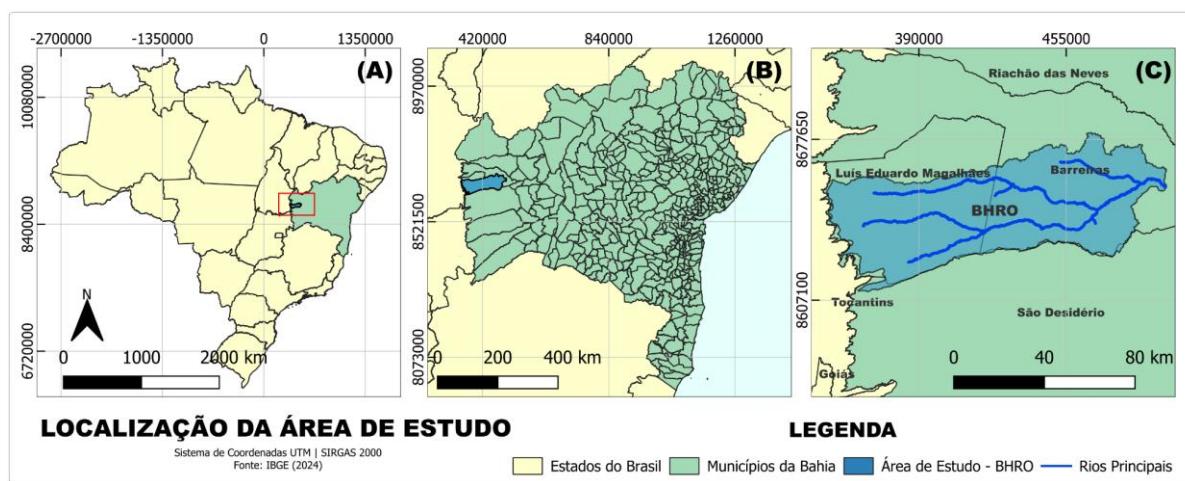
Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica de LULC de uma bacia hidrográfica localizada na Bahia e caracterizada pela forte presença do agronegócio. Para isso, será utilizado o NDVI como um meio para a análise da integridade das APPs da região, além das áreas adjacentes (500m) e em toda a bacia durante 30 anos (1994-2014). Os resultados obtidos serão analisados e discutidos, expondo o papel da utilização de técnicas como essa para a preservação de áreas tidas como fundamentais para a manutenção do ciclo hidrológico, de maneira a garantir os recursos naturais para essa e para as próximas gerações.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas (BHRO), $12^{\circ}13'36''\text{S}$ e $45^{\circ}39'39''\text{W}$ está localizada no oeste do Estado da Bahia (Figura 1), Brasil. Com área de cerca de 5.550 km^2 e altitude entre 444 e 924 m, drena a região dos municípios de Luís Eduardo Magalhães e Barreiras, somando 267.643 habitantes (IBGE, 2022). Faz parte da Bacia do Rio Grande, um dos principais afluentes do Rio São Francisco. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (tropical de savana), com a formação florística do Cerrado como a vegetação predominante da área (Almeida *et al.*, 2016).

Figura 1 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas (BA).



Predominam na região os solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo e Neossolo Quartzarênico Órtico, representando 88,41% da área e favoráveis para a atividade agrícola (Rego *et al.*, 2023). A partir de dados pluviométricos disponíveis na plataforma HidroWeb (ANA, 2025) da Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA (estações 1246008, 1245014, 1245017 e 1245004), foi observada uma precipitação média anual de 1.101,31mm, com períodos chuvoso e seco, respectivamente, entre os meses de outubro e abril e o maio e setembro (Santos *et al.*, 2018; Almeida *et al.*, 2016).

Economicamente, a produção de *commodities* agrícolas na região apresenta altos índices de capitalização, e teve o seu início na década de 1970, a partir dos cultivos de grãos e algodão com tecnologias avançadas e destaque nacional (Rego *et al.*, 2023). Contudo, o uso excessivo dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos tem criado uma pressão sobre a disponibilidade desses, podendo ocasionar impactos que, aliados às mudanças climáticas, podem gerar períodos prolongados de escassez e a degradação ambiental (Maia e Genz, 2018).

2.2 Aquisição dos dados

Para delimitar a área de estudo, foi utilizado o *plug-in OpenTopography DEM Downloader* instalado no software QGIS 3.40.6. Foram obtidos os dados (tipo *raster*) de elevação do Modelo Digital da Agência Espacial Europeia (ESA) com resolução de 30 metros, o Copernicus DEM – COPDEM30 (ESA, 2025). A partir disso, e conforme metodologia abordada em Paz (2023), foram realizados os processamentos necessários para delimitar a bacia hidrográfica, bem como a rede de drenagem adequada através da remoção de depressões com o algoritmo ‘r.fill.dir’, determinação das direções de fluxo, áreas acumuladas, rede de drenagem (foram considerados apenas os trechos que correspondem aos rios principais), culminando com a delimitação da área que corresponde à bacia.

Na sequência, foram obtidas, a partir dos períodos seco e chuvoso mencionados no item 2.1, as imagens de satélite, e então foram realizados os processamentos necessários para análise da dinâmica da vegetação local. Foram obtidas respectivas imagens orbitais do Lantsat-5 TM, Landsat-8 e Landsat-9 OLI/TIRS, disponíveis gratuitamente na plataforma *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS (USGS, 2025a). O percentual de cobertura de nuvens foi de até 10%, priorizando a menor interferência. As imagens compreenderam os anos de 1994, 2004, 2014 e 2024 (Tabela 1), considerando que elas pertenciam a períodos não totalmente úmidos (período chuvoso), mas nem totalmente secos (fim do período seco). Sendo assim, foram selecionadas para um período intermediário, na metade da estação seca.

Tabela 1 – Imagens utilizadas no estudo (L05 - Landsat 5; L08 - Landsat 8; L09 - Landsat 9).

Ano	1994	2004	2014	2024
Data (Satélite)	02/07/1994 (L05)	27/06/2004 (L05)	09/07/2014 (L08)	26/06/2024 (L09)

As imagens foram obtidas no formato GeoTIFF, de coleção 2 e nível 2 (com correções geométrica, radiométrica e atmosférica). Para conversão dos pixels de Número Digital (DN) para Reflectância de Superfície, foram utilizados fatores de escala conforme USGS (2025b) (Equação 1).

$$\rho\lambda = (DN \times 0,0000275) - 0,2 \quad (1)$$

onde $\rho\lambda$ é a reflectância de superfície; e DN é o valor correspondente ao número digital de cada pixel da imagem utilizada.

2.3. Cálculo do *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*

Após a obtenção da área de estudo, rede de drenagem e imagens com valores de reflectância, foi calculado NDVI (Rouse *et al.*, 1973), Equação 2, a fim de analisar as mudanças na vegetação para as áreas propostas, ao longo do horizonte desse estudo.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (2)$$

onde NIR é a banda do Infravermelho Próximo; e RED é a banda do vermelho. Os valores de NDVI variam entre -1,0 e 1,0, sendo os próximos de 1,0 aqueles que representam alto vigor vegetativo. Valores próximos de zero tendem a representar áreas de solo exposto, enquanto que os menores que zero indicam superfícies com a presença de água, nuvem ou gelo (Jensen, 2009; Melo *et al.*, 2011).

2.4. Análise das áreas de APP, não APP e demais áreas da BHRO

Utilizou-se o software QGIS para a realização das análises. Para isso, foram consideradas três áreas propostas, sendo i. áreas de APP; ii. áreas não APP (500m); e iii. demais áreas da bacia. Dada a ausência de dados de largura dos corpos hídricos, estas foram estimadas com o uso de imagens do Google Earth, obtendo a média para os trechos analisados. Com isso, foram identificadas larguras entre os intervalos de 5 e 10m, 10 e 15m, 10 e 30m, 15 e 35m, 20 e 50m e 30 e 50m. Ao fim, foram mapeados os corpos hídricos a partir de um *buffer* realizado no arquivo vetorial da rede de drenagem.

Posteriormente, foram introduzidas, também através de *buffers*, as áreas de APP a serem analisadas. Foram consideradas duas faixas de APP conforme previsto no Código Florestal (Brasil, 2012), sendo 30 metros para os cursos de até 10 metros, e 50 metros para os rios entre 10 e 50 metros de largura. Para as áreas de não APP foi gerado um novo *buffer* de 500 metros de largura para além das APPs, com o objetivo de analisar as mudanças no uso e cobertura nas áreas adjacentes. E por último, foi analisada a dinâmica LULC para as demais áreas da BHRO.

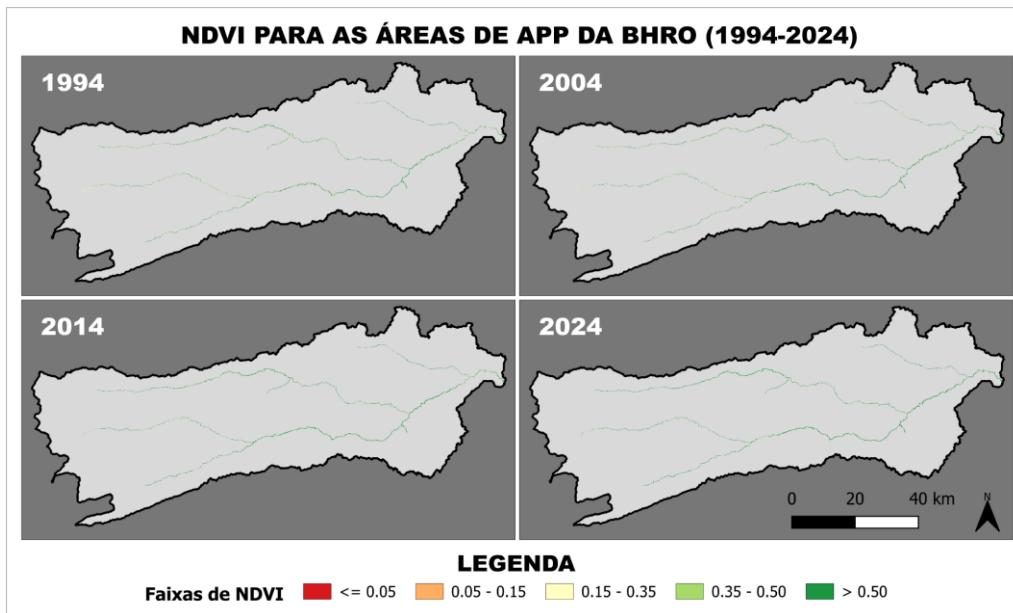
A última se deu a partir de uma reclassificação dos valores de NDVI tendo em vista os intervalos vistos no item 2.3. Foram consideradas cinco categorias de NDVI, sendo i. valores menores que 0,05 para água, nuvem ou gelo; ii. valores entre 0,05 e 0,15 para representar áreas de solo exposto; iii. entre 0,15 e 0,35 para áreas de agricultura, pastagem e áreas com vegetação de baixo vigor; iv. entre 0,35 e 0,50 áreas de vegetação com médio vigor; e v. maiores que 0,50 para áreas de vegetação densa. Em sequência, foram calculadas as áreas para cada categoria, considerando a resolução de 30m do pixel. As áreas foram comparadas à classificação da Coleção 9 MapBiomas (MapBiomas, 2025) para todos os anos da análise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Valores de NDVI para as áreas de APP

Os resultados relativos aos NDVI calculados para as APPs da BHRO estão dispostos na Figura 2, onde são apresentadas as dinâmicas da cobertura vegetal ao longo do horizonte de estudo, além da quantificação dessas áreas (Tabela 2). As áreas com vegetação apresentaram valores de NDVI superiores a 0,1, que estão diretamente relacionados com a arquitetura, densidade e umidade da cobertura vegetal. Já as áreas de rochas, solos, sem vegetação e água apresentam valores próximos a zero ou negativos.

Figura 2 – Resultados para o NDVI nas áreas de APP para o período 1994-2024.



Observando-se os resultados obtidos a partir dos mapas com os valores de NDVI e áreas quantificadas (Figura 2 e Tabela 2) para as áreas de APP, notou-se que para os valores de NDVI menores que 0,05, onde há ocorrência de água, nuvem ou gelo, houve uma redução de -61,94% entre 1994 e 2024. Para as áreas de solo exposto (NDVI entre 0,05 e 0,15), agricultura, pastagem e vegetação de baixo vigor (0,15 a 0,35) e de vigor médio (0,35 a 0,50) houve comportamento semelhante, com redução ao longo dos anos (-86,18%, -78,10% e -68,47%, respectivamente), enquanto que as áreas de vegetação densa (> 0,50) aumentaram consideravelmente (+43,06%).

Tabela 2 – Quantificação das áreas a partir dos intervalos de NDVI no período 1994-2024 nas APPs.

FAIXAS DE NDVI	ÁREAS (km ²)			
	1994	2004	2014	2024
< 0,05	0,12	0,08	0,06	0,05
0,05 – 0,15	0,11	0,06	0,06	0,02
0,15 – 0,35	1,50	1,26	0,60	0,33
0,35 – 0,50	13,83	12,38	7,66	4,36
> 0,50	25,10	26,87	32,27	35,91

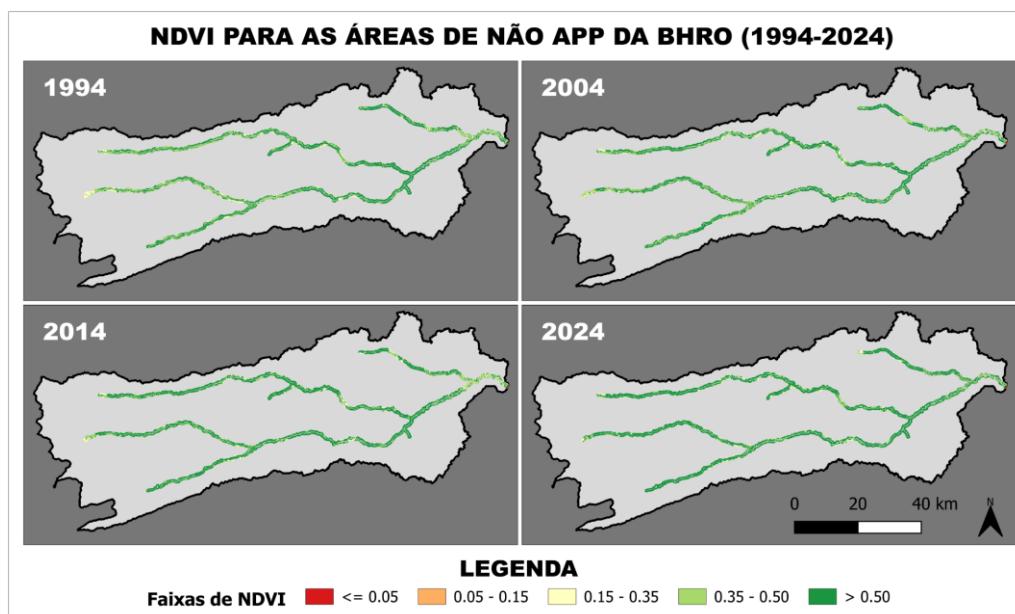
3.2 Valores de NDVI para as áreas adjacentes

Os mapas elaborados, junto com as quantificações para as áreas adjacentes (com buffer de 500m além das APPs) (Figura 3), foram geradas com o objetivo de analisar as mudanças no LULC nas áreas próximas ao rio ao longo do período estudado.

A partir dos resultados da Tabela 3, nota-se que os valores de NDVI referentes à ocorrência de água, nuvem ou gelo (NDVI > 0,05) apresentam leve diminuição de 1994 para 2024 (-9,47%). Os valores para as áreas de solo exposto (0,05 a 0,15), agricultura, pastagem e vegetação de baixo vigor

(0,15 a 0,35) apresentam diminuição do ano de 1994 para 2004 (-73,53% e -19,44%, respectivamente), mas voltaram a subir em 2014 e 2024, no caso das áreas de solo exposto (+11,17%), e houve diminuição de -7,78% para as áreas de agricultura, pastagem e vegetação de baixo vigor.

Figura 3 – Resultados para o NDVI nas áreas adjacentes às APP para o período 1994-2024.



As áreas de vegetação com vigor médio (0,35 a 0,50) apresentaram uma redução de 55,91% em seu tamanho (de 116,46 km² em 1994 para 51,35 km² em 2024), diferentemente do que ocorreu nas áreas com vegetação densa (> 0,50), que aumentaram significativamente ao longo dos anos (+29,26%). O aumento das áreas com NDVI 0,05 a 0,15 (solo exposto) também pode estar ligado ao crescimento populacional dos municípios nos últimos anos. Entre os Censos de 2010 e 2022 (IBGE, 2022), o município de Luís Eduardo Magalhães apresentou um crescimento populacional de 79,5% e foi o terceiro município brasileiro com o maior crescimento entre os censos. O município de Barreiras apresentou crescimento de 16,23%.

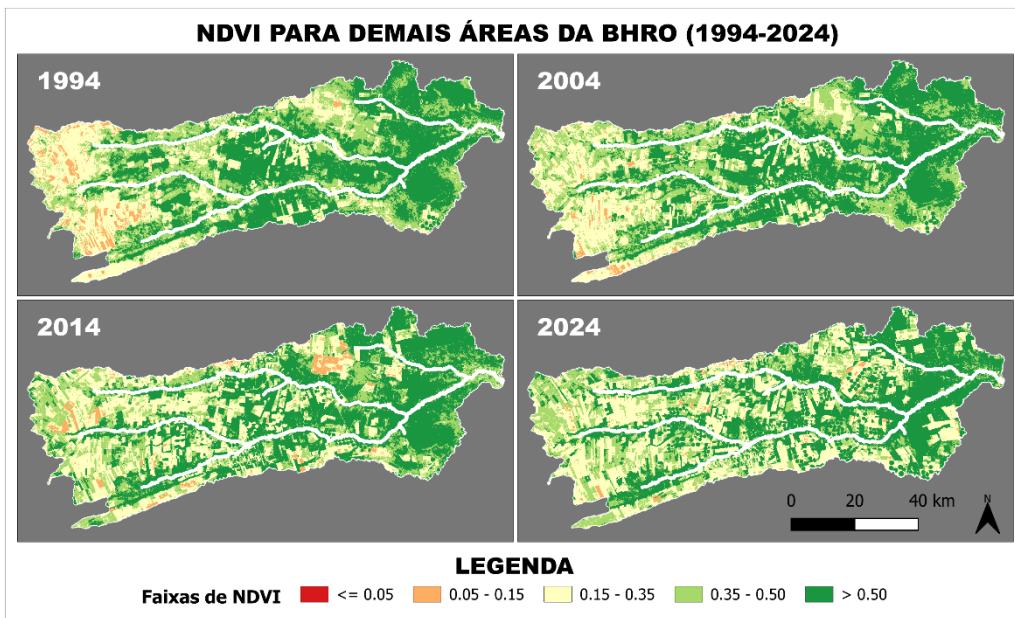
Tabela 3 – Quantificação das áreas a partir dos intervalos de NDVI no período 1994-2024 nas áreas adjacentes à APP.

FAIXAS DE NDVI	ÁREAS (km ²)			
	1994	2004	2014	2024
< 0,05	0,39	0,35	0,37	0,35
0,05 – 0,15	0,64	0,17	0,37	0,41
0,15 – 0,35	27,89	22,47	25,52	23,53
0,35 – 0,50	116,46	104,74	77,35	51,35
> 0,50	238,39	256,07	280,19	308,14

3.3 Valores de NDVI para as demais áreas da BHRO

Na Figura 4 são apresentados os mapas que apresentam a análise da dinâmica de LULC para as demais áreas da BHRO.

Figura 4 – Resultados para o NDVI nas demais áreas da BHRO no período 1994-2024.



A partir da Figura 4, verificou-se que tons mais verdes se referem a NDVI maiores ($> 0,5$), correspondendo à vegetação mais vigorosa. A porção leste da BHRO foi a que apresentou a maior predominância desse tipo de vegetação, que indica a predominância de vegetação nativa não suprimida ou em estágio mais avançado de regeneração. Ferrari et al. (2011) avaliaram as mudanças na cobertura vegetal de uma sub-bacia localizada em Alegre – ES com o NDVI, e verificaram que 70,18% da região encontrava-se numa classe de não-mudança. Os principais desmatamentos ocorreram nas zonas de cabeceira, responsáveis pelo abastecimento do lençol freático, evidenciando, a partir da análise, a eficiência do uso do índice de vegetação a partir de imagens de satélite.

A quantificação das áreas (Tabela 4) mostrou variações na faixa de solo exposto (NDVI de 0,05 a 0,15), com redução de 57,25% em 1994-2004, aumento de 116,76% em 2014, e uma nova redução em 2024 (-60,06%), possivelmente relacionado ao LULC de culturas temporárias. Áreas de agricultura, pastagem e vegetação de baixo vigor (0,15 a 0,35) tiveram crescimento ao longo do período (+37,85%). Magalhães e Brasileiro (2017) também observaram expansão agrícola na região oeste da BHRO, associada a grande concentração de áreas de solo exposto com a agricultura de sequeiro nos talhões. Por fim, as áreas de vegetação esparsa (0,35 a 0,50) reduziram (-20,09%), e as de vegetação mais densa ($> 0,50$) mantiveram-se estáveis, com leve queda em 2024 (-4,71%).

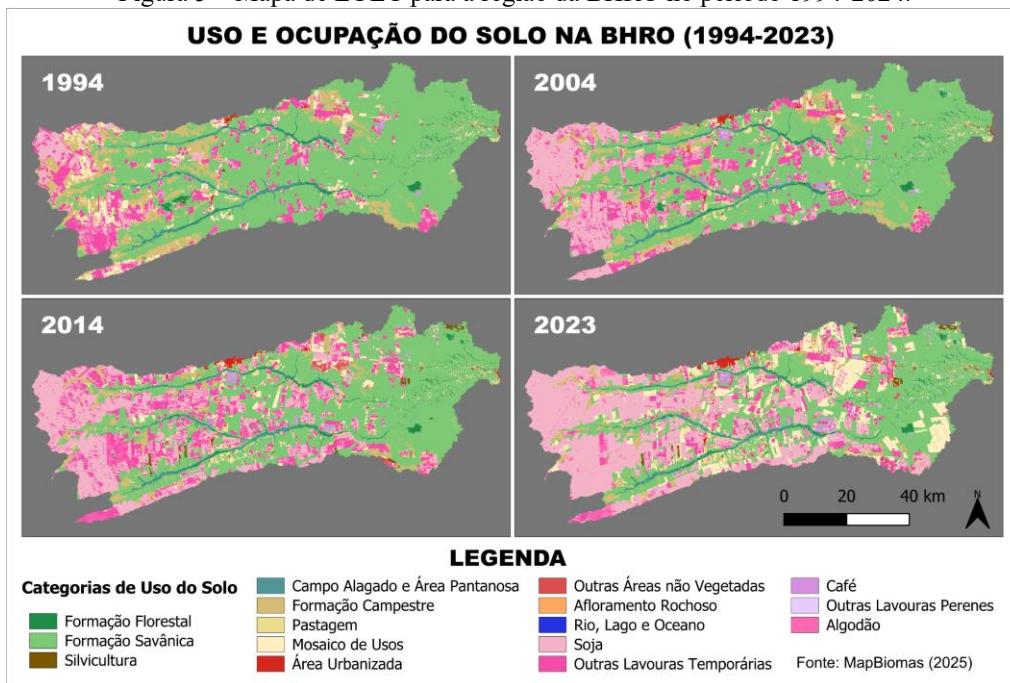
Tabela 4 – Quantificação das áreas a partir dos intervalos de NDVI no período 1994-2024 nas demais áreas da BHRO.

FAIXAS DE NDVI	ÁREAS (km ²)			
	1994	2004	2014	2024
< 0,05	0,17	0,19	0,82	2,00
0,05 – 0,15	154,89	66,22	143,54	57,32
0,15 – 0,35	1284,85	1236,11	1471,52	1771,18
0,35 – 0,50	1409,42	1512,34	1240,79	1126,22
> 0,50	2272,83	2307,70	2265,50	2165,83

3.3 Valores de NDVI para as demais áreas da BHRO

O mapa de LULC foi gerado a partir dos dados da Coleção 9 do MapBiomas (Figura 5), e a partir de uma análise visual, o produto mostrou que grande parte da área identificada como Vegetação Savânicas também aparece nos produtos gerados nesse estudo, nas regiões com NDVI altos ($> 0,50$), representado pela vegetação com maior densidade. As vegetações de formação savânicas e campestre presentes na área de estudo em 1994 foram diminuindo, à medida em que foram introduzidas culturas como a soja, algodão, milho e outras culturas temporárias, característico da área de estudo. A expansão da soja (áreas em rosa) é bastante perceptível, principalmente na porção oeste da Bacia.

Figura 5 – Mapa de LULC para a região da BHRO no período 1994-2024.



Almeida *et al.* (2016) e Magalhães e Brasileiro (2017), ao analisarem o processo de desmatamento na BHRO entre os períodos de 1984 e 2014, ressaltam o expressivo aumento dessas áreas, e a consequente redução da vegetação nativa de Cerrado. Conforme Almeida *et al.* (2016), até o ano de 1984 a BHRO encontrava-se praticamente ocupada pela vegetação natural do Cerrado, com uma área de aproximadamente 4.922,2 km², cobrindo 88,2% da área total. Gradativamente, a vegetação foi sendo retirada para dar lugar a expansão da agricultura e pecuária. O desmatamento ainda continua em expansão, causando impactos ambientais relacionados à redução de vazões (Latuf *et al.*, 2010), redução do número de nascentes (Soares Neto, 2005), acarretando prováveis perdas na biodiversidade, flora e fauna, dentre outros.

Além disso, como ressaltado por Magalhães e Brasileiro (2017), o aumento das áreas de cultivo agrícola traz sérios impactos sociais e ambientais, dos quais citam-se a contaminação dos lençóis freáticos e dos corpos hídricos superficiais devido ao uso intensivo de agrotóxicos, além da redução da recarga dos aquíferos, aumento do escoamento superficial, formação de processos erosivos e assoreamento de corpos hídricos motivados pela retirada da vegetação. Isso não só afeta os ecossistemas, mas também pequenos agricultores que ali residem e vivem da atividade, mesmo com a forte atividade agrícola empresarial instalada na região.

4. CONCLUSÕES

Sendo assim, este trabalho analisou a utilização do NDVI como indicador de integridade de APPs e áreas adjacentes de uma Bacia Hidrográfica no oeste baiano, região caracterizada pelo crescimento populacional e intensa atividade agropecuária. Verificou-se que as áreas de APP apresentaram aumento de áreas com NDVI maiores que 0,5 (+43,06%), representando o alto vigor vegetativo e preservação dessas áreas. Em áreas adjacentes, o comportamento foi semelhante, mostrando que em regiões a 500m do rio há uma tendência de preservação dessas áreas, contribuindo para a manutenção dos ecossistemas, e consequentemente para o ciclo hidrológico da BHRO.

Contudo, para as demais áreas da BHRO, apesar de observada a existência de regiões com NDVI maiores que 0,5, houve também o predomínio de áreas com valores entre 0,15 e 0,35, indicando a possível existência de áreas agrícolas. Confirmado por outros trabalhos, destacam-se impactos ligados à contaminação de lençóis freáticos por agrotóxicos, e com a remoção da vegetação a formação de processos erosivos que desencadeiam diversos problemas, tais como o assoreamento dos rios, a formação de escoamento superficial, além da redução da infiltração.

Por fim, ressalta-se a importância de estudos com aplicações semelhantes, utilizando o NDVI como parâmetro para a verificação da integridade de bacias hidrográficas. Com os efeitos das mudanças climáticas, cenários de estresse hídrico serão cada vez mais vistos, que associados ao processo de antropização, poderão causar transtornos ainda maiores às populações residentes em regiões semelhantes.

AGRADECIMENTOS – À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), pela bolsa Termo nº 388/2025, Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ).

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2025). “*Hidroweb – Séries Históricas de Estações*”. Recurso eletrônico (online): modo de acesso: <http://www.snhirh.gov.br/hidroweb>
- ALMEIDA, R.S.; LATUF, M.O.; SANTOS, P.S. (2016). *Análise do desmatamento na bacia do rio de ondas no período de 1984 a 2014, Oeste da Bahia*. Caderno Prudentino de Geografia, n.38, v.1, p.41-63.
- BESHA, K.Z.; DEMISSIE, T.A.; FEYESSA, F.F. (2024). “*Effects of land use/land cover change on hydrological responses of a watershed in the Central Rift Valley of Ethiopia*”. Hydrology research, v. 55, n. 2, p. 83–111
- BRASIL (2012). “*Lei nº 12651*”. Recurso eletrônico (online): modo de acesso: www.planalto.gov.br
- DWARAKISH, G.S. GANASRI, P. (2015). “*Impact of land use change on hydrological systems: A review of current modeling approaches*”. Cogent geoscience, v. 1, n. 1, p. 1115691
- ESA - European Spacial Agency (2025). *Copernicus DEM - global and European digital elevation model*. Recurso eletrônico (E-book): modo de acesso: <https://dataspace.copernicus.eu/>
- FERRARI, J.L.; SANTOS, A.R.; GARCIA, R.F. (2011). “*Análise da vegetação por meio da subtração de imagem NDVI na sub-bacia hidrográfica do córrego do Horizonte, Alegre-ES*.” Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia, v. 8, n. 3, p. 003-018.
- FISTAROL, P.H.B; MAGALHÃES, E.C.V.; SANTOS, J.Y.G (2017). “*Análise das alterações ocorridas no uso e ocupação do solo da Bacia do Rio de Ondas, Estado da Bahia*” in Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Mai. 2017, 1, pp. 3439- 3446

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2022). “*IBGE Cidades*”. Recurso eletrônico (online): modo de acesso: <https://cidades.ibge.gov.br/>
- JENSEN, J.R. (2009). Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos - SP, 661 p.
- LATUF, M. O.; ALMEIDA, R. de S.; ARAÚJO, N. S. P. (2010). “*Modelos digitais de elevação para a delimitação de bacias hidrográficas: bacia do rio de Ondas*” in Anais do X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Fortaleza, Nov. 2010.
- MAGALHÃES, E.C.; BRASILEIRO, R.S. (2017). “*Análise geográfica do uso e ocupação do solo na área da Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas no período de 1975 a 2015 – Barreiras-Bahia-Brasil*” in Anais do VIII Simpósio Internacional de Geografia Agrária, Curitiba, Nov. 2017.
- MAIA, P.H.P.; GENZ, F. (2019). “*Declínio dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio de Ondas, Região Oeste da Bahia.*” Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 22, n. 1, p. 48–55.
- MELO, E.T; SALES, M.C.L.; OLIVEIRA, J.G.B. (2011). “*Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Análise da Degradação Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE*”. RAEGA, p. 520-533.
- PAZ, A. R. (2024). *Modelos digitais de elevação para estudos ambientais [livro eletrônico]* / Adriano Rolim da Paz. ABRHidro - RS, 422p
- PROJETO MAPBIOMAS (2025). “*Coleção da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil (1985-2020).*” Recurso eletrônico (online): modo de acesso: <https://mapbiomas.org/>.
- REGO, E.L. et. al. (2023). “*Spatio-temporal study of water quality variables in the Rio de Ondas Hydrographic Basin, west of Bahia, Brazil using multivariate analysis.*” Environmental monitoring and assessment, v. 195, n. 10, p. 1175.
- ROUSE, J.W.; HAAS, R.H.; SCHELL, J.A; DEERING, D.W. (1973). “*Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS (Earth Resources Technology Satellite)*” in Proceedings of 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium, Greenbelt, 10-14 December, SP-351, 309-317
- SANTOS, J.Y.G.; DIAS, E.S.; MOREIRA, E.B.M (2018). “*Pluviometria na Bacia do Rio de Ondas – BA: de 1973 A 2017*” in Anais do XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Aracaju, Nov. 2018, 1.
- SALIS, H.H.C.; COSTA, A. M.; VIANA, J.H.M. (2017). “*Análise do uso e ocupação do solo nas APP de curso d’água da bacia do córrego Marinheiro por meio de NDVI aplicado em imagens Landsat 8 e Ikonos-II*”. Revista Geografias, p. 40–53, 2017
- SOARES NETO, J. P. (2005). “*Avaliação Geoambiental da Bacia do Rio das Ondas no Oeste da Bahia.*” Tese (Doutorado em Geotecnologia). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, 2005.
- USGS - United States Geological Survey (2025a). *EarthExplorer*. Recurso eletrônico (online): modo de acesso: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- USGS - United States Geological Survey (2025b). “*How do I use a scale factor with Landsat Level-2 science products?*”. Recurso eletrônico (online): modo de acesso: <https://www.usgs.gov/>.