REVISTA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

SITIENTIBUS

TECNOLOGIAS SOCIAIS E ECONOMIA SOLIDÁRIA
EDIÇÃO ESPECIAL SEMANA DE ENGENHARIA

ARTIGO

USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA AVALIAÇÃO DA DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VAZA BARRIS*USE OF REMOTE SENSING IN ASSESSING THE DYNAMICS OF LAND USE AND OCCUPATION IN THE VAZA BARRIS RIVER WATER BASIN*

HISMILEI CHAVES DOS SANTOS SILVA

Engenheira Ambiental pela UESB. Discente no Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: hismilei@hotmail.com

JOICE DE JESUS SANTOS

Engenheira Ambiental pela UESB. Discente no Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). E-mail: santosjoice1999@gmail.com

GILNEY FIGUEIRA ZEBENDE

Doutor em Física pela Universidade Federal Fluminense. Professor vinculado ao Departamento de Física e no Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: gfzebende@uefs.br

RESUMO

A transformação da paisagem em decorrência da atividade humana é reflexo da substituição intensiva de áreas naturais por diferentes formas de uso do solo. Essa transformação pode afetar a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais, o que torna importante a utilização de tecnologias como o sensoriamento remoto para a análise do uso do solo. Para o processo de análise, foram verificadas as alterações ocorridas no uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Rio Vaza Barris ao longo de 11 anos utilizando sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto. Foram utilizados como base de dados os produtos dos mapeamentos do Mapbiomas. Em suma, concluiu-se que as ferramentas de geoprocessamento foram eficientes para o monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo. Ainda, identificou-se a expansão de área não vegetada e agropecuária, bem como, a redução da superfície hídrica, florestas e formação natural não plantada.

Palavras-chave: Impacto ambiental, Geoprocessamento, Meio ambiente.

ABSTRACT

The transformation of the landscape as a result of human activity is a reflection of the intensive replacement of natural areas by different forms of land use. This transformation can affect the availability and quality of natural resources, which makes it important to use technologies such as remote sensing to analyze land use. For the analysis process, changes in land use and occupation in the Vaza Barris River basin over 11 years were verified using geographic information systems and remote sensing. Mapbiomas mapping products were used as a database. In short, it was concluded that the geoprocessing tools were efficient for monitoring the dynamics of land use and occupation. Furthermore, the expansion of non-vegetated and agricultural areas was identified, as well as the reduction of water surface, forests and unplanted natural formations.

Keywords: Environmental impact, Geoprocessing, Environment.



INTRODUÇÃO

A influência da atividade humana nas paisagens naturais tem sido marcante, resultando na substituição extensiva de áreas naturais por diversos usos do solo e na fragmentação de florestas, como observado por Matsushita et al. (2006). Essa transformação é influenciada por diversos fatores que, por sua vez, podem afetar a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que exercem um impacto significativo em grandes áreas do planeta (Mendoza et al., 2011). Um desses fatores é a exploração intensiva de áreas para agricultura e pecuária familiar, que pode resultar na perda da biodiversidade, na degradação da fertilidade do solo e na intensificação dos processos erosivos (Vanzela et al., 2010).

A natureza do uso do solo, o estado de regeneração das florestas e as práticas econômicas locais, especialmente as relacionadas à agricultura, desempenham um papel crucial tanto na quantidade quanto na qualidade da água disponível nas bacias hidrográficas (EGLER et al., 2012). É importante ressaltar que nem todas as bacias hidrográficas são objeto de gerenciamento ou fiscalização adequados em relação ao uso racional, o que tem levado a alterações cada vez mais intensas, como o desmatamento e a expansão da agricultura e pecuária, entre outros fatores, afetando diretamente os ciclos de matéria e energia e prejudicando a capacidade de produção e manutenção dos serviços ecossistêmicos (CHOWDHURY et al., 2020; TANG et al., 2020).

É evidente a necessidade de buscar tecnologias e métodos eficazes para mitigar esses desafios ambientais, bem como explorar as potencialidades da região, ao mesmo tempo em que se realizam projeções futuras para compreender plenamente a extensão dos problemas que requerem gestão (HAN et al., 2015; SILVA & PAIXÃO, 2019). O mapeamento do uso e cobertura do solo emerge como uma ferramenta de análise ambiental que auxilia na visualização dessa dinâmica, levando em consideração a perda de biodiversidade, as alterações climáticas, a recorrência de doenças e o impacto social causado pela urbanização do espaço. A complexidade dos fenômenos abordados tem exigido uma abordagem cada vez mais sistêmica, relacionando o uso do espaço com áreas de vegetação remanescentes, qualidade da água e atividades humanas, dentro de uma bacia hidrográfica (BALMFORD et al., 2003).

A bacia hidrográfica é utilizada como uma unidade territorial eficaz para análise, planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, minimizando impactos e promovendo a recuperação de distúrbios ambientais, como a poluição dos afluentes e a redução das áreas de mata ciliar. Nesse contexto, a bacia constitui um sistema geograficamente bem definido, onde interagem a dimensão socioeconômica e a dimensão ambiental, incluindo os recursos naturais e as entradas e saídas entre esses sistemas (SANTOS, 2004; WILLIAMS, 2007). A partir desse ponto de vista, é possível acompanhar as

transformações na paisagem introduzidas pelo ser humano e as respostas correspondentes da natureza (ALMEIDA, 2007).

Os avanços nas tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais têm facilitado a análise do uso e ocupação do solo em diferentes localidades, possibilitando o monitoramento espaço-temporal de áreas heterogêneas com alta precisão (DUTRA; BRIANEZI; COELHO, 2020). Portanto, o uso de geoprocessamento em conjunto com Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) torna-se uma ferramenta valiosa para o planejamento e tomada de decisão sobre a gestão dos recursos naturais (TALHADA, 2020).

Nesse contexto, a bacia hidrográfica do rio Vaza Barris merece uma atenção especial, na medida em vários estudos apontam diversos aspectos que maximizam sua vulnerabilidade. A exemplo, ressalta-se a crítica situação do principal manancial da bacia, onde no trecho sergipano da bacia hidrográfica, a demanda para os usos múltiplos das águas do rio supera a disponibilidade em 40%. O cenário se agrava em reflexo das grandes perdas de água nos caudais do rio Vaza Barris nos quais sofrem com a retirada de grandes volumes de água para usos em sistemas de irrigação obsoletos. Ainda, adiciona-se os despejos de grandes volumes de esgotos sanitários sem tratamento, efluentes e resíduos de matadouros de animais, resíduos sólidos descartados irregularmente pelas cidades, entre outros (SOUSA, 2020).

Verifica-se, ainda, que as pesquisas até aqui realizadas na bacia hidrográfica do rio Vaza Barris trazem em seu bojo uma preocupação com o processo crescente de urbanização e a consequente degradação ambiental da bacia em partes, ou seja, carece de estudos que contemplem toda a área da bacia e que estejam voltados para a identificação e análise do uso do solo, com vistas a proporcionar auxílio quanto ao uso, monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar as alterações ocorridas no uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Vaza Barris, utilizando sistemas de informações geográficas e sensoriamento remoto, a fim de compreender a dinâmica do uso do solo nessa região ao longo de 11 anos.

METODOLOGIA

Área de estudo

A bacia do rio Vaza Barris apresenta uma diversidade de aspectos socioambientais. Em sua totalidade, abrange os estados da Bahia e de Sergipe, sendo que no primeiro, apresenta grande intermitência de seus rios e baixa densidade demográfica, quando comparada ao segundo Estado (IBGE, 2022). Sua área é de 16.183,25 km², abrange 30 municípios e sua população foi estimada em 891.426 habitantes (Codevasf/IBGE, 2020).

O clima varia extremamente através da bacia, desde tropical úmido na sua porção leste até árido no alto Vaza Barris, no Estado da Bahia. A distribuição das chuvas define

duas regiões distintas, representadas por uma área úmida/sub-úmida (1800mm a 800mm/ano) no Vaza Barris sergipano e por um domínio de precipitações de 800 a 500mm/ano, na região da Bahia, caracterizando um clima semi-árido/árido. O clima varia extremamente através da bacia, desde tropical úmido na sua porção leste até árido no alto Vaza Barris, no Estado da Bahia (ROCHA et al., 2021).

Aquisição dos dados

Foram utilizados como base de dados os produtos dos mapeamentos do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (Mapbiomas). Esses dados são produzidos a partir de imagens do satélite Land Remote Sensing Satellite (Landsat), com resolução espacial de 30 metros, onde as imagens disponíveis no ano são copiladas em um mosaico, com as bandas de reflectância, índices espectrais, temporais e de textura. Todo o processamento é feito com uso de algoritmo de aprendizagem de máquina (machine learning) por meio de classificações supervisionadas pixel a pixel, pelo algoritmo Random forest, armazenado em nuvem, podendo ter acesso através da plataforma do Google Earth Engine (GEE) (SOUZA, 2020).

Para a aquisição dos dados, foi realizado o download dos mapas de uso e ocupação do solo em formato raster (matricial), usando o shapefile da bacia como parâmetro de busca. Em seguida, foi realizada aquisição dos dados para os anos de 2010 a 2021. Ainda, coletou-se dados de alerta de desmatamento e água no Mapbiomas alerta e água, respectivamente.

Processamento

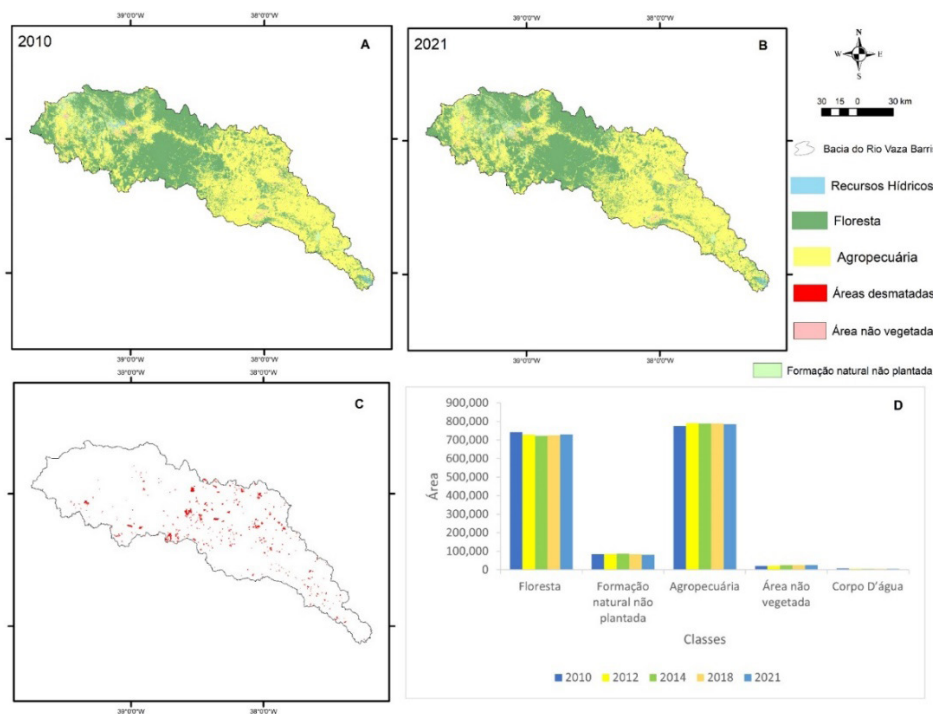
Com os mapas dos anos selecionados, realizou-se a reclassificação do mapa de uso e ocupação do solo para se adequar as avaliações do estudo, classes de caráter semelhante foram agrupadas para facilitação de cálculos. Os dados foram reclassificados da seguinte forma: Floresta – que abrange toda a vegetação arbórea nativa; Formação Natural Não Plantada – campo alagado, formação campestre e áreas pantanosa; Agropecuária – ocupada por pastagens e lavouras; Corpos D'água – áreas de cursos d'água, represas e lagos; Área não vegetada – área urbanizada e praias em geral.

A partir dos mapas temáticos processados, foi realizada a detecção das mudanças nos anos de estudo a partir de álgebra de mapas. Para o processamento e manipulação dos foi utilizado o software ArcGIS 10.8/ArcMap® do ESRI.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia em 2010 apresentou 796,874 km² de uso do solo antropizado (figura 1D), essas áreas tiveram suas características originais do solo, da vegetação e do relevo alteradas em reflexo do exercício de atividades sociais, econômicas e culturais. A exemplo da classe de agropecuária, ocupando 775,293 km² de cobertura. Ainda, para o mesmo ano, a bacia apresentou 21,581 km² de área não vegetada e 85,162 km² de campos alagados, formações campestres e áreas pantanosa. Já a floresta ocupava 741,730 km². A espacialização das classes de uso do solo, para o ano de 2010 está apresentado na Figura 1A.

Figura 1 - Uso e ocupação do solo de 2010 e 2021, distribuição em área das classes de uso para o período de 2010 a 2021 e focos de desmatamento na bacia hidrográfica do rio Vaza barris do ano de 2021



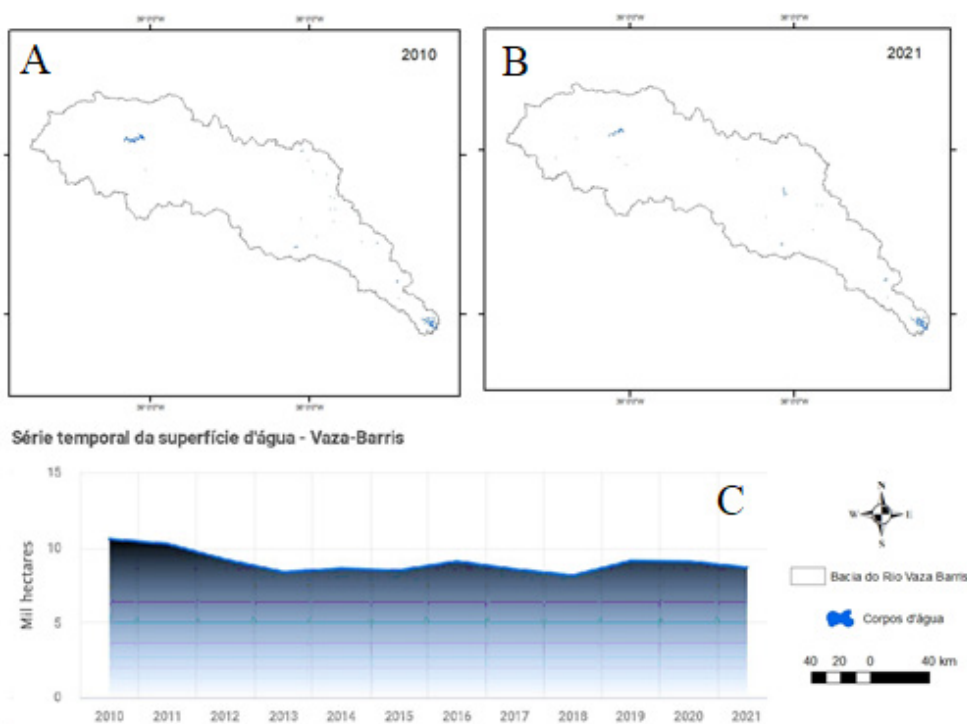
Fonte: Os autores.

No ano de 2021 a bacia hidrográfica do rio Vaza Barris apresentou 729,989 km² de vegetação natural, um decréscimo quando comparado ao ano de 2010. A área de formação natural não plantada apresentou igual comportamento depreciativo, com redução de 2,473 km² em seu território. Em contrapartida, as áreas da agropecuária e não vegetadas, tiveram um aumento respectivamente. Este cenário é resposta direta aos contextos socioeconômicos com efeitos do desmatamento e ações antrópicas. O mapa de focos de desmatamento (figura 1C), ressalta o comportamento depreciativo e o avanço do desmatamento nas áreas que

essencialmente ainda apresentam florestas, ratificando o aumento do território agropecuário e área não vegetada.

Por sua vez, a classe de corpo d'água apresentou diminuição em área de superfície hídrica, indo de 6,485 m² no ano de 2010 para apenas 5,179 km² em 2021, estudos apontam que as maiores reduções da superfície da água encontram-se próximos a regiões agropecuárias, além de fatores associados à seca e mudanças climáticas (MapBiomias, 2023). As figuras 2A e 2B representam o comportamento territorial dos corpos d'água, ilustrando perceptivelmente a redução da área hídrica. Esse comportamento decrescente é validado graficamente na figura 2C.

Figura 2 - Série temporal da superfície d'água de 2010 e 2021



Fonte: Os autores.

Observou-se uma grande variabilidade no comportamento das classes ao longo dos 11 anos. Chama-se atenção para a categoria agropecuária na qual teve seu maior índice no ano de 2012, sendo superior ao último ano de referência. Ainda, a área não vegetada que apresentou um crescimento exponencial a partir do ano 2012. E por fim, a classe corpo d'água com comportamento inverso a área vegetada ao longo do total de anos. A relação do comportamento entre as duas últimas classes mencionadas pode ser justificada pelo reflexo das funções ecossistêmicas locais e mudanças nas condições microclimáticas, através da intensa modificação da paisagem. A extensa impermeabilização resulta na redução do suprimento de água dos corpos hídricos (O'DRISCOLL et al., 2010).

Neste contexto, vale ressaltar que a ocupação e o uso intensivo do solo, visando à exploração dos recursos

naturais, provocam e aceleram alterações em características e propriedades morfológicas, físicas, químicas e biológicas, alterações estas que podem assumir caráter negativo contribuindo para a maior intensidade de degradação ambiental (BIERREGAARD, 1992).

CONCLUSÃO

As ferramentas de geoprocessamento utilizadas se mostraram eficientes para o monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo. A bacia hidrográfica possui um elevado percentual de áreas antropizadas e degradação nas áreas de vegetação nativa. Durante o intervalo de anos analisados, foi possível identificar expansão de área não vegetada e agropecuária, bem como, a redução da superfície hídrica, florestas e formação natural não plantada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, AQ de. **Influência do desmatamento na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do Córrego do Galo, Domingos Martins, ES**. ES. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) Espírito Santo – Brasil, Julho – 2007. Programa de Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental – Centro Tecnológico – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitoria-ES, 2007.
- BIERREGAARD JR; Richard O. et al. **A dinâmica biológica de fragmentos de floresta tropical úmida**. BioCiência, pág. 859-866, 1992.
- BLAINSKI, Éverton et al. **Simulação de cenários de uso do solo na bacia hidrográfica do rio Araranguá utilizando a técnica da modelagem hidrológica**. Agropecuária Catarinense, v. 24, n. 1, p. 65-70, 2011.
- BLAINSKI, Éverton et al. **Simulação de cenários de uso do solo na Bacia do Rio Camboriú utilizando o modelo SWAT**. RBRH, v. 22, 2017.
- COELHO, Victor HR, et al. **Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2014, 18: 64-72.
- CODEVAS – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Vaza-Barris**. 2020. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/vaza-barris>. Acesso em: 08 set. 2023.
- DE SERRA TALHADA, Acadêmica. **Monitoramento Espaço-Temporal da Detecção de Mudanças em Vegetação de Caatinga por Sensoriamento Remoto no Semiárido Brasileiro**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2020, 13.01: 286-301.
- DUTRA, Débora Joana; BRIANEZI, Daniel; COELHO, Carlos Wagner Gonçalves Andrade. **Uso de geotecnologias para análise da dinâmica da vegetação da sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, MG**. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 43, n. 4, p. 283-292, 2020.
- EGLER, Maria et al. **Influência do uso da terra agrícola e de pesticidas em assembleias de macroinvertebrados bentônicos em uma bacia hidrográfica agrícola no sudeste do Brasil**. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 72, p. 437-443, 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico Bahia 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/panorama>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- O'DRISCOLL, Michael et al. **Urbanization effects on watershed hydrology and in-stream processes in the southern United States**. *Water*, v. 2, n. 3, p. 605-648, 2010.
- Projeto MapBiomass. **Mapeamento da superfície de água no Brasil** (Coleção 1). Disponível em: <https://plataforma.agua.mapbiomas.org/>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- ROCHA, S. C. J; ROCHA, F. A; REZENDE, A. C. A. **Aproveitamento do rio Vaza Barris em Sergipe através de barramento e controle dos elevados teores de sais das águas afluentes**. 2021. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/155/161.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023.
- SANTOS, R. F. Livro: **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. Editora: oficina de Textos. São Paulo, 2004.
- SOUSA, F. **O histórico e degradado rio Vaza Barris**. 2020. Disponível em: <https://ferdinandodesousa.com/2020/12/15/o-historico-e-degradado-rio-vaza-barris/>. Acesso em: 07 set. 2023.
- SOUZA JR, Carlos M. et al. **Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine**. *Remote Sensing*, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.
- Vanzela, L. S.; Hernandez, F. B.; Franco, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.55-64, 2010.
- WILLIAMS, Daniel E. **Sustainable design: ecology, architecture, and planning**. John Wiley & Sons, 2007.
- ZHANG, L.; KARTHIKEYAN, R.; BAI, Z.; SRINIVASAN, R. **Analysis of Streamflow Responses to Climate Variability and Land use Change in the Loess Plateau Region of China**. *Catena*, v. 154, p. 1-11, 2017.