



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



A Influência do Uso e Ocupação do Solo para Qualidade de Água da Bacia do Mucugê, Município de Porto Seguro-Bahia

Ariany Santos Almeida ¹, Mário Marques da Silva Junior ², Luciano da Silva Lima ³, Amanda Schneider Del Pulpo ⁴, Lázaro Semião Campos ⁵, Allison Gonçalves Silva ⁶, Marcus Luciano Souza de Ferreira Bandeira ⁷

¹ Discente do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Campus Porto Seguro e da Universidade Federal do Sul da Bahia, Campus Sosígenes Costa; e-mail: arianysalmeida02@gmail.com. ² Professor Nível Associado da Universidade Federal do Sul da Bahia e Doutor em Química Analítica pela Universidade Federal da Bahia; e-mail: mario.marques@gfe.ufsb.edu.br. ³ Professor Nível Associado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) e Doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia; e-mail: lucianolima@ifba.edu.br. ⁴ Graduada em Licenciatura em Química e Mestranda em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz; e-mail: amandashneider@gmail.com. ⁵ Graduando em Licenciatura em Química; e-mail: lazarocampos.13@hotmail.com. ⁶ Professor Nível Associado do Instituto Federal de Educação (IFBA), Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Porto Seguro, Bahia, Brasil e Doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia; e-mail: allisongoncalves80@gmail.com. ⁷ Professor Titular do Instituto Federal de Educação (IFBA), Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Camaçari, Bahia e Doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia; e-mail: marcusbandeira@ifba.edu.br

Artigo recebido em 18/06/2024 e aceito em 05/05/2025

RESUMO

O crescimento populacional, o uso desordenado do solo e a urbanização têm impactado a qualidade de bacias hidrográficas, principalmente devido ao lançamento de esgoto e perda de cobertura vegetal que servem de proteção aos mananciais. Este estudo analisou as mudanças no uso e ocupação do solo na bacia do Mucugê, Arraial D'Ajuda, Porto Seguro-BA, de 1985 a 2021, utilizando sensoriamento remoto e avaliando a qualidade da água para verificar os impactos dessas alterações. Dados do Projeto Mapbiomas foram processados no QGIS (3.22.7), classificando a bacia em oito categorias, incluindo florestas, áreas urbanas e agrícolas. Entre 1985 e 2021, houve perda de 162,17 hectares de floresta e aumento de 186,27 hectares de área urbana, indicando expansão urbana sobre áreas naturais, afetando negativamente os ecossistemas aquáticos. Análises de qualidade da água revelaram que turbidez (14,30-17,20 UTN) e clorofila-a (0,9-12,19 $\mu\text{g L}^{-1}$) estavam dentro dos limites legais, mas pH, DBO, fósforo total e OD apresentaram valores preocupantes. A DBO variou entre 10,39 e 20,71 mg L^{-1} , ultrapassando o limite de 5 mg L^{-1} . O fósforo total atingiu 1,522 mg L^{-1} , indicando risco de eutrofização. O OD caiu abaixo de 5 mg L^{-1} , sugerindo hipóxia. Esses resultados destacam o impacto do desmatamento, expansão urbana e lançamento de esgoto na bacia. Medidas de mitigação, como recuperação de matas ciliares e controle de despejos, são necessárias para restaurar a qualidade da água e proteger a biodiversidade local.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, bacias hidrográficas, expansão urbana, poluição hídrica

The Influence of Land Use and Occupation on Water Quality in the Mucugê Basin, Municipality of Porto Seguro-Bahia.

ABSTRACT

Population growth, unplanned land use and urbanization have significantly impacted water quality in the river basins, mainly due to sewage discharge and vegetation loss. This study analyzed land use and land cover changes in the Mucugê watershed, located in Arraial D'Ajuda, Porto Seguro-BA, from 1985 to 2021, using remote sensing techniques and assessing water quality to identify the effects of these territorial changes. Data from the Mapbiomas Project were processed in QGIS (3.22.7), classifying the watershed into eight categories, including forests, urban areas, and agricultural zones. From 1985 to 2021, forest cover decreased by 162.17 hectares, while urban areas expanded by 186.27 hectares, reflecting urban encroachment on natural areas and its negative effects on aquatic ecosystems. Water quality analysis showed that turbidity (14.30–17.20 NTU) and chlorophyll-a (0.9–12.19 $\mu\text{g L}^{-1}$) remained within legal limits, but parameters such as pH, BOD, total phosphorus, and DO exhibited concerning values. BOD ranged from 10.39 to 20.71 mg L^{-1} , exceeding the 5 mg L^{-1} threshold. Total phosphorus reached 1.522 mg L^{-1} , indicating eutrophication risk, while DO levels fell below 5 mg L^{-1} , suggesting hypoxia. These results highlight the impacts of deforestation, urban expansion, and untreated sewage discharge on the watershed. Mitigation measures, such as riparian forest restoration and sewage control, are essential to restore water quality and protect local biodiversity.

Keywords: remote sensing, rivers basins, urban expansion, water pollution

Introdução

A preservação e o uso sustentável das bacias hidrográficas são essenciais para garantir a qualidade da água nos rios brasileiros. A adequada gestão do uso do solo, combinada com a proteção das áreas de vegetação nativa, tem o potencial de mitigar os impactos ambientais e promover a regeneração dos ecossistemas aquáticos. A vegetação auxilia na infiltração da água da chuva e na diminuição do impacto das gotas no solo, suas raízes auxiliam na sustentação e movimentação de massa, assim diminuindo processos erosivos e a lixiviação de contaminantes. As perdas florestais, por exemplo, têm culminado na desproteção do solo, favorecendo a agentes erosivos, aumento escoamento superficial e aporte de sedimentos em ecossistemas aquáticos (Meneses, 2020; Silva et al., 2020; Passos et al., 2021; Possa, 2022).

Os recursos hídricos têm papéis cruciais no desenvolvimento, além de ser fundamental por conter água para abastecimento e dessedentação animal, tem aspectos econômicos e de lazer para a humanidade. Entretanto, a antropização tem gerado prejuízos ao meio ambiente, diante aos cenários das mudanças climáticas e escassez hídrica, é necessário analisar os impactos nestes recursos para promover possíveis mitigações (Souza, 2022).

Desde os tempos antigos, as comunidades crescem em torno das fontes de água, por ser um recurso muito utilizado por nós seres humanos. Atualmente, os rios de zonas urbanas recebem descargas de resíduos e poluentes em quantidades que até mesmo a autodepuração não é suficiente, podendo comprometer a saúde humana e a todos os organismos presentes no corpo d'água. A dinâmica do uso e cobertura do solo em bacias hidrográficas precisa de uma atenção particular e informações técnicas que alertem a necessidade da gestão integrada com os recursos naturais, principalmente, solo e água. É necessário compreender a relação entre o uso e ocupação do solo e o processo de urbanização desordenada nas encostas, considerando que a urbanização das cidades é gradual e dinâmica (Gomes et al., 2019; Costa e Soares, 2021).

Os impactos gerados pelo uso e ocupação do solo podem ocorrer em escala local, regional ou global. O crescimento da poluição urbana e a falta de destinação adequada para os resíduos têm gerado uma série de prejuízos para os recursos naturais, principalmente as bacias hidrográficas que têm sido amplamente contaminadas e poluídas. Uma das preocupações é enfatizar a relevância de

uma discussão acerca dos planejamentos para distribuição e uso do solo no Brasil, estabelecendo políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente e das riquezas naturais (Santos e Martins, 2021; Santos, 2019; Oliveira et al., 2021).

Atualmente, conforme pesquisas de Bento et al, (2021) e Costa (2021) há três milhões de pessoas sem acesso à água de boa qualidade, sendo necessárias medidas que garantam a qualidade e conservação desse recurso essencial à vida. A escassez hídrica é um desastre e o risco, sendo um produto social, portanto, é necessária a gestão das bacias hidrográficas. As mudanças de uso e ocupação de solo sem planejamento urbano e ambiental modificam a resiliência dos mananciais, o que consequentemente pode afetar a qualidade de vida da população.

Análises dos tipos de usos e ocupações de solo e qualidade de água em bacias hidrográficas podem auxiliar na identificação de possíveis problemáticas em torno de recursos naturais e incompatibilidades do uso da terra. Uma ferramenta para se analisar os usos e ocupações de solo de forma temporal e espacial em uma determinada região é pelo uso do sensoriamento remoto. Com a montagem de mapas é possível identificar possíveis impactos gerados pelo o uso e ocupação podendo variar de acordo com a sua distribuição (Campelo et al., 2020; Silva et al., 2020).

O crescimento populacional tem levado à implementação de medidas estruturantes nos cursos hídricos para atender às necessidades humanas. No entanto, a ocupação do solo, muitas vezes desordenada, resulta em problemas ambientais que afetam diretamente a qualidade dos recursos hídricos (Rodrigues et al., 2021; Andrade et al., 2020).

A má qualidade da água, resultante de desmatamentos e poluição, traz impactos negativos significativos para o ambiente natural e a sociedade. A presença de poluentes como metais pesados, pesticidas e outros produtos químicos tóxicos pode levar à mortalidade de peixes e contribuir para a eutrofização, processo no qual o excesso de nutrientes reduz o oxigênio dissolvido nas águas, devido ao crescimento acelerado de plantas e ao consumo por bactérias. Além disso, a contaminação da água pode ocasionar doenças transmitidas por ela, como cólera, disenteria,

hepatite A e outras infecções gastrointestinais (Sharma et al., 2019; Asadzadeh et al., 2020).

O esgoto doméstico, agricultura e pastagem são um dos grandes disseminadores de contaminantes nos recursos hídricos, principalmente pela constituição de elementos metálicos que são conhecidos pelo caráter de potencial tóxico e bioacumulativos em alguns organismos (Bonfim et al., 2021; Ferreira, 2021; Neto et al., 2021).

A qualidade da água na bacia do Mucugê está intrinsecamente ligada à conservação da Mata Atlântica e à sustentabilidade dos ecossistemas. Além disso, ela desempenha um papel fundamental na saúde pública, nas atividades econômicas e culturais da região. Portanto, é crucial investigar a relação entre as alterações na cobertura vegetal, uso do solo e qualidade da água, a fim de identificar padrões e conexões entre esses fatores.

A compreensão das mudanças nos usos e cobertura vegetal do solo ao longo do tempo é essencial para avaliar os impactos ambientais dessas atividades humanas na região. Por meio do uso de técnicas avançadas de sensoriamento remoto e análise de imagens de satélite, será possível mapear e monitorar as transformações na paisagem e identificar áreas de maior vulnerabilidade ambiental.

A análise integrada dos dados sobre cobertura vegetal, uso do solo e qualidade da água permitirá uma abordagem holística dos desafios ambientais enfrentados pela bacia do Mucugê. Os resultados deste estudo fornecerão informações valiosas para a tomada de decisões e a formulação de políticas públicas voltadas para o ordenamento territorial e a gestão sustentável dos recursos naturais na região.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo identificar as mudanças nos usos e cobertura vegetal do solo na bacia do Mucugê ao longo do período de 1985 a 2021 e avaliar a qualidade da água na bacia hidrográfica do Mucugê

Material e métodos

Área de Estudo e características dos pontos de amostragem

A bacia hidrográfica do Mucugê está localizada em Arraial D'Ajuda, distrito de Porto Seguro, Bahia, Brasil (Figura 1). O município é localizado no Sul da Bahia, atualmente apresenta cerca de 168 mil habitantes e faz parte do território da Costa do Descobrimento e classificado como categoria "A" no Mapa do Turismo brasileiro, recebendo anualmente 2,1 milhões de visitantes (IBGE, 2022; MTUR, 2024).

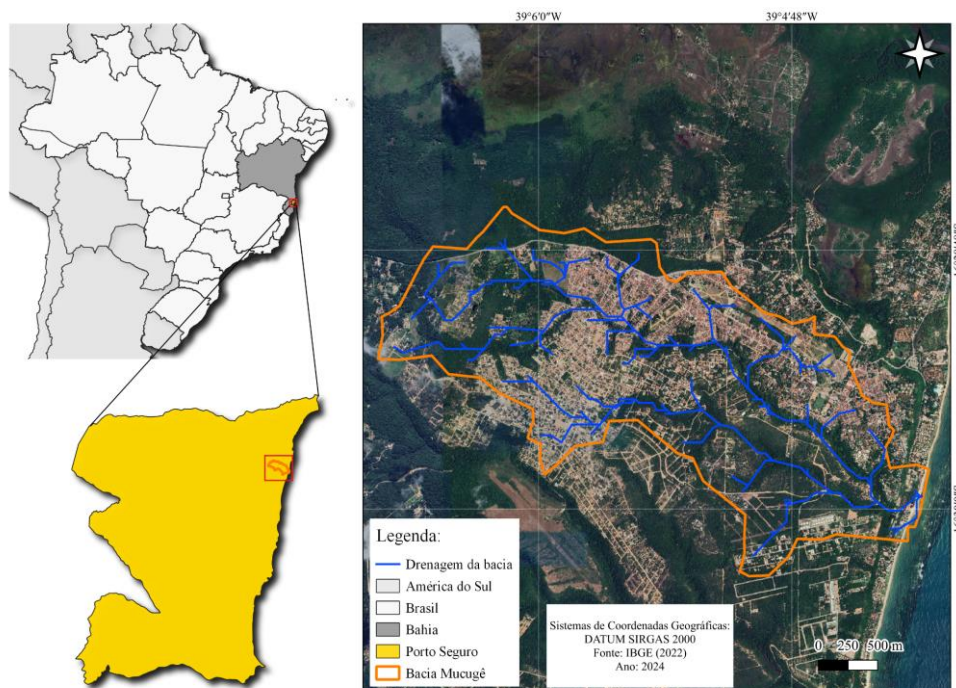


Figura 1. Localização do Rio Mucugê no Município de Porto Seguro - BA

Para delimitar os tipos de uso e cobertura do solo dentro dos limites da Bacia do Mucugê primeiramente, foram utilizados dados obtidos pelo Laboratório de Geoprocessamento e Gestão Costeira (LABGGEC) para a delimitação territorial da bacia e da sua drenagem. Já a produção do mapeamento temporal dos usos do solo e cobertura vegetal na bacia do Mucugê, foi realizada a partir de um banco de dados do mapeamento anual do uso do solo e cobertura vegetal do Brasil gerado pelo projeto Mapbiomas, que é uma plataforma de mapeamento que utiliza imagens de satélite para monitorar e classificar as mudanças no uso e cobertura do solo no Brasil (MapBiomas Brasil, 2024).

Foram coletados dados do uso e cobertura vegetal da bacia em formato matricial para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2021. O processamento dos dados foi realizado pelo software livre Qgis, na sua versão 3.22.7, possibilitando o uso de ferramentas para construção e manipulação dos mapas. Desta forma, para atingir o objetivo de visualizar as modificações temporais no uso do solo e cobertura vegetal na bacia hidrográfica, foram utilizados dados matriciais entre o período de 1985 a 2021, seguindo a Coleção 7 do MapBiomas. Estes dados fornecem informações detalhadas e consistentes sobre as diferentes classes de uso do solo ao longo dos 36 anos. A abordagem metodológica envolveu a integração desses dados matriciais com dados vetoriais específicos da bacia hidrográfica, permitindo uma análise espacial e temporal precisa

das transformações ocorridas dentro de seus limites.

A identificação e quantificação das áreas de cobertura vegetal e uso do solo foram realizadas através da sobreposição dos dados matriciais com os limites vetoriais da bacia. O uso de técnicas de sensoriamento remoto é possível categorizar e mapear as diferentes classes de uso da terra e suas mudanças ao longo do tempo.

Após a produção dos mapas, foram selecionados cinco pontos para coletas de água e realizadas três campanhas amostrais: 24 de março de 2023 (Campanha 1), 9 de outubro de 2023 (Campanha 2) e 1 de dezembro de 2023 (Campanha 3). Os locais de coleta e análises ocorreram entre a montante e jusante da bacia (Figura 2). As coordenadas geográficas dos pontos analisados estão descritas na Tabela 1.

Os procedimentos de coleta e armazenamento das amostras foram realizados de acordo com o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 2023). Para as coletas de água foram utilizados 10 vasos de polietileno de 1L. Todos os vasos utilizados foram descontaminados ácido nítrico 10% (HNO_3) por 24 horas e posteriormente lavados com água ultrapura com resistividade de 18,2 M Ω cm.

Todas as amostras coletadas foram acondicionadas em caixas de térmicas com gelo, para a conservação até serem armazenadas sob refrigeração a 4 °C

Tabela 1. Coordenadas Geográficas dos Pontos Amostrais

Ponto	Latitude	Longitude	Localidade (Bairro)
1	16° 29' 11" S	39° 06' 31" W	Chico Tripa
2	16° 29' 07" S	39° 05' 35" W	Guanabara
3	16° 29' 22" S	39° 05' 01" W	São Francisco
4	16° 29' 19" S	39° 04' 59" W	São Francisco
5	16° 29' 54" S	39° 04' 22" W	Alto dos Corais

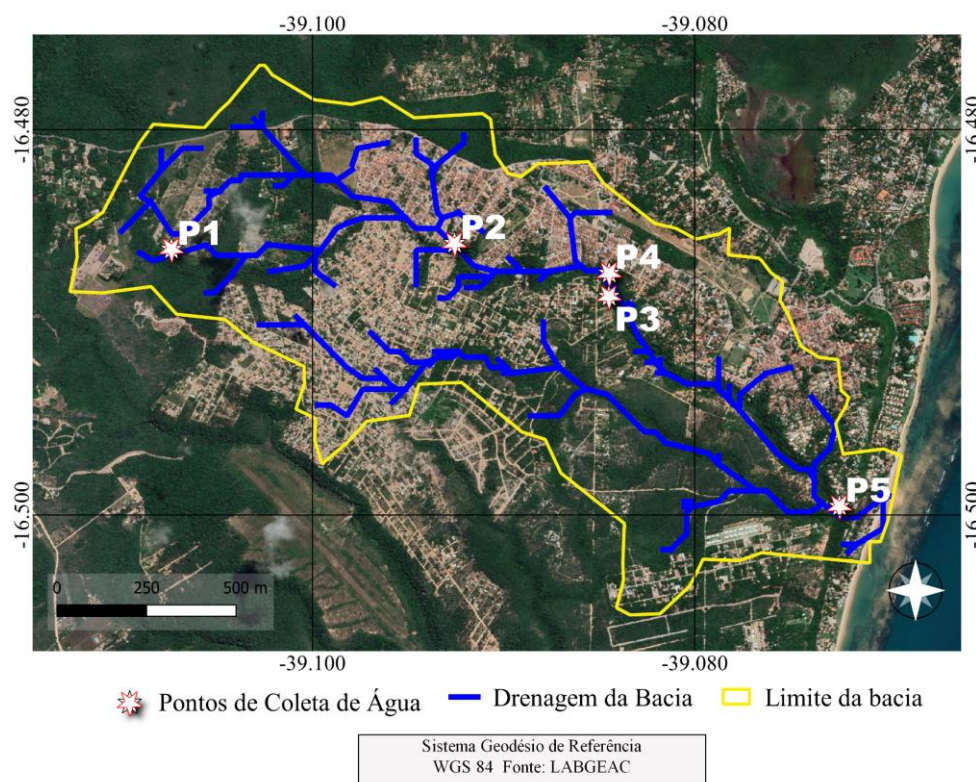


Figura 2. Pontos Amostrais na bacia di Mucugê

Análises químicas das amostras de água

Os parâmetros analisados foram selecionados de acordo com o que é previsto na Resolução n.º 357 de 2005 do CONAMA. As análises dos parâmetros foram realizadas em triplicata e em duas etapas: *in loco* e em laboratório. As análises *in loco* foram realizadas utilizando um Turbidímetro modelo 2100AN (HACH) para medições de turbidez e uma Sonda Multiparâmetros HANNA modelo HI 9828, para medição do potencial hidrogeniônico (pH), temperatura e oxigênio dissolvido (OD). Já as análises da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, fósforo dissolvido e clorofila-a foram realizadas em laboratório, com base nas metodologias de Carmouze (1994) e da **American Public Health Association – APHA (1998)**. As seguintes metodologias foram utilizadas: SMEWW 4500-P E e B, SMEWW 5210-B C (5-Day BOD Test) e SMEWW 4500-P E.

Resultados e discussão

As áreas da bacia foram classificadas em formação florestal, formações naturais não florestais, campo alagado e área pantanosa, agricultura perene, pastagem, praia, área urbana e outras áreas não vegetadas. Com os dados obtidos

dos usos do solo e cobertura vegetal, foi possível observar mudanças significativas na distribuição dessas áreas ao longo do tempo (Tabela 3), destacando-se principalmente a perda de formações florestais, o que pode comprometer tanto a qualidade quanto a disponibilidade da água na bacia.

Desde 1985 a área urbana tem aumentado a sua área territorial. A partir do ano 2000 houve um aumento substancial de área urbana na bacia (Figura 3). A partir de 1990, as áreas florestais começaram a ser desmatadas e transformadas em pastagens, seguidas pela expansão urbana. Este padrão sugere que aumento de área de pasto na região pode estar diretamente relacionado ao crescimento urbano ao longo dos anos, onde é extraído áreas florestais para sua implementação.

De acordo com Teixeira et al. (2019), "os processos de ocupação nas regiões brasileiras não tiveram uma atenção especial no que diz respeito ao planejamento urbano." O êxodo rural e a concentração populacional no litoral e nas metrópoles resultaram, na maioria dos centros urbanos, em uma formação desordenada. Esse crescimento desordenado causa impactos negativos em bacias hidrográficas.

Tabela 3. Dados Quantitativos das Áreas das Classes de Uso e Cobertura do Solo entre o período de 1985-2021 em hectares. Fonte: Autora (2024).

Áreas das categorias entre 1985 a 2021 em Hectares (ha)								
Categorias	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2021
Formação Florestal	352,5	307,2	284,6	281,7	270,0	227,19	212,1	190,3
Campo Alagado e Área Pantanosa	4,9	39,9	37,5	36,3	48,7	41,7	25,8	21,9
Outras Formações naturais não Florestais	2,3	8,6	1,0	1,3	1,7	1,4	0,9	7,1
Pastagem	187,1	253,1	247,9	238,4	220,8	219,4	228,3	153,8
Agricultura Perene	102,4	37,8	53,0	59,1	56,9	87,0	54,0	90,0
Praia, Duna, Areal	1,3	1,9	1,7	1,3	1,2	1,9	1,5	0,93
Área Urbana	18,5	19,7	34,9	51,1	69,1	91,5	147,2	204,7
Áreas não vegetadas	0,5	0,7	0,7	0,5	1,1	-	-	1,0
Rio, lago e Oceano	0,5	1,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5

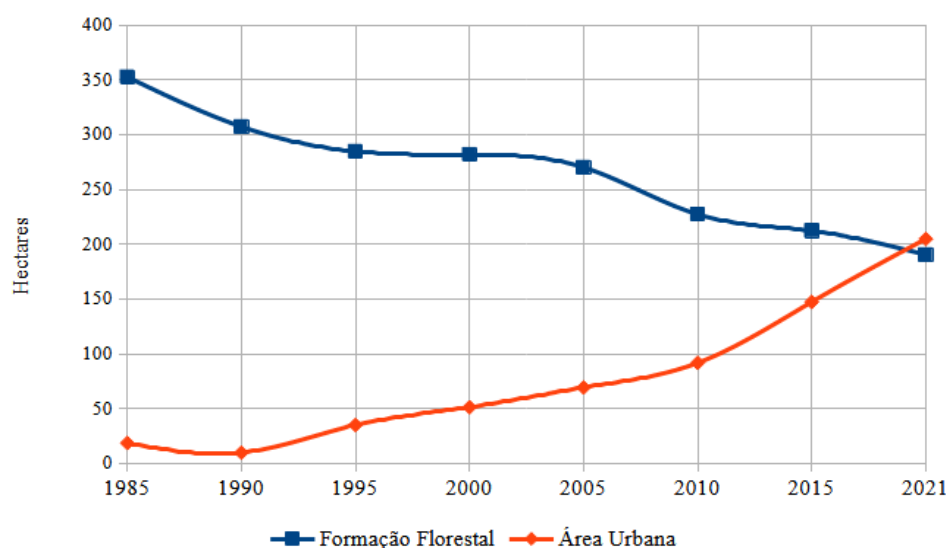


Figura 3. Mudanças das extensões da área de formação florestal e área urbana. Fonte: Autora (2024)

É possível identificar perdas florestais significativas em algumas regiões marginais da bacia, com a sobreposição da drenagem da bacia e os usos e a cobertura vegetal revelou que essas áreas incluem várias nascentes (Figura 4). A perda de vegetação nessas regiões pode contribuir para a destruição de nascentes, diminuição da vazão da bacia e aumento do risco de inundações durante períodos de chuvas intensas. Conforme Oliveira et al. (2023) a vegetação desempenha um papel crucial na infiltração da água no solo, controle da

erosão e manutenção da qualidade da água. As transformações dentro do limite da bacia podem gerar impactos negativos significativos, especialmente sobre a qualidade de vida, segurança e saúde pública. A degradação da vegetação afeta a capacidade da bacia de regular o fluxo hídrico, aumenta a erosão e deteriora a qualidade da água, exacerbando problemas ambientais e sociais.

A bacia Mucugê apresenta-se com grande crescimento urbano em seu perímetro. Como já

mencionado, o município de Porto Seguro-BA é classificado como classe A do turismo brasileiro (MTUR, 2024). O turismo é um dos principais impulsionadores do crescimento urbano em cidades turísticas, exercendo uma influência significativa sobre a infraestrutura, economia e ambiente dessas áreas. Para atender à demanda de turistas, há um aumento na construção de hotéis, pousadas, restaurantes e outras instalações de hospedagem e alimentação, levando à expansão urbana com a criação de novas áreas residenciais e comerciais.

Em 1985, as categorias do uso e cobertura do solo eram divididas em 52,6% de formação florestal, 2,8% de área urbana, 15,3% de agricultura perene, 26,9% de pastagem, 0,7% de campo alagado, 0,1% de áreas não vegetadas, 2,3 de outras formações não florestais. Atualmente, suas categorias estão distribuídas em 28,4% de formação florestal, 30,5% de área urbana, 22,9%

de pastagem, 13,4% de agricultura perene, 1,1% de outras formações não florestais, 0,2% para outras áreas não vegetadas e 0,1% para praia, dunas e areais.

Em 1985 (Figura 4a), a bacia Mucugê era predominantemente composta por formação florestal, representando mais da metade da área total. No entanto, ao longo do tempo, houve uma redução drástica nessa porcentagem e um aumento substancial na área urbana (Figura 4). Estudos semelhantes realizados por Silva et al. (2019) e Souza et al. (2020) também observam o impacto da expansão urbana sobre as áreas naturais, com base em dados do MapBiomas, demonstrando uma tendência crescente de transformação de áreas florestais em áreas urbanizadas. Esses estudos destacam como o monitoramento por sensoriamento remoto pode fornecer insights importantes sobre as mudanças na cobertura do solo e seus efeitos na qualidade ambiental.

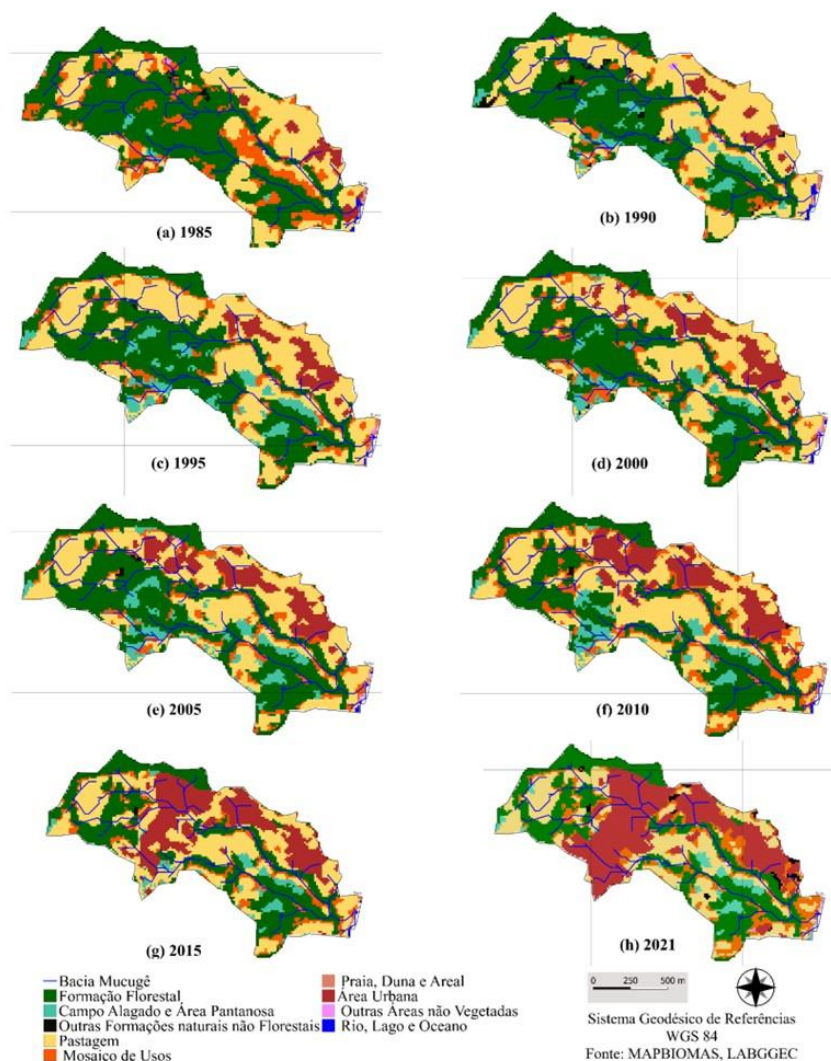


Figura 4. Modificações temporais dos usos do solo e cobertura vegetal da bacia entre 1985 a 2021

Entre os períodos analisados, a bacia do Mucugê registrou uma perda florestal de 162,17 hectares e um crescimento urbano de 186,27 hectares (Figura 5). Essa expansão urbana, evidenciada pelos dados de uso e cobertura do solo, reflete transformações significativas na paisagem ao longo das últimas décadas. Áreas anteriormente cobertas por vegetação natural foram convertidas em zonas urbanas para acomodar o crescimento populacional. Estudos recentes corroboram esses achados, indicando que a urbanização desordenada

tem levado à degradação de habitats naturais, fragmentação de ecossistemas e aumento da poluição, afetando negativamente a qualidade da água e a saúde dos ecossistemas aquáticos. Além disso, análises do MapBiomas revelam que, em 2023, a perda de áreas naturais no Brasil atingiu 33% do território, destacando a rápida expansão urbana como um dos principais vetores dessa transformação (QUARESMA et al, 2023; MapBiomas Brasil, 2024).

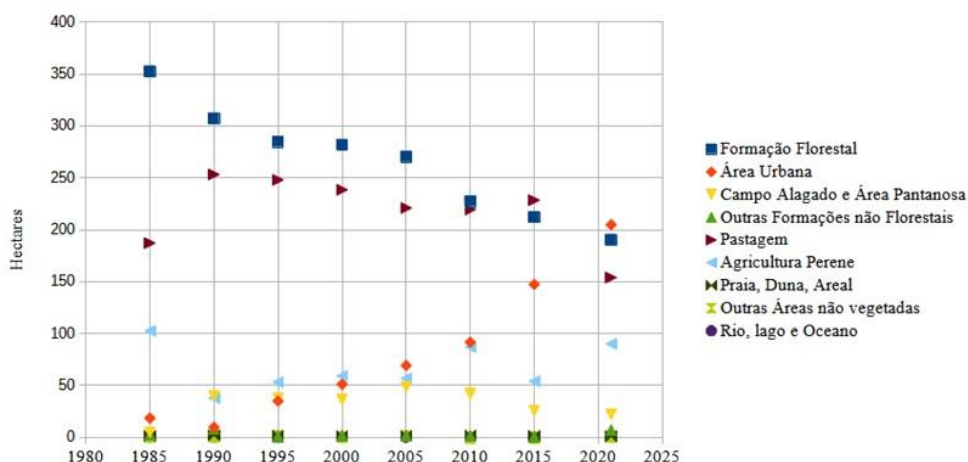


Figura 5. Modificações das áreas em hectares de 1985 e 2021

Entre os parâmetros analisados, apenas a turbidez e clorofila-a apresentaram estar nos limites estabelecidos pela legislação vigente. Suas médias entre as três campanhas variam de 14,30 - 17,20 UNT para turbidez e 0,9 - 12,19 $\mu\text{g L}^{-1}$ para

clorofila-a. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), o pH, fósforo total e oxigênio dissolvido (OD) apresentou fora dos limites legislados nas três campanhas amostrais. O fósforo dissolvido também foi quantificado na bacia.

Tabela 4. Média e desvio padrão dos parâmetros de pH, turbidez, clorofila-a, DBO, fósforo dissolvido, fósforo total, OD e temperatura obtidos nas três campanhas amostrais

VALOR MÉDIO $\pm$ DESVIO PADRÃO								
PONTO	pH	Turbidez (UNT)	Cl-a ($\mu\text{g L}^{-1}$)	DBO (mg L^{-1})	Fósforo Dissolvido (mg L^{-1})	Fósforo Total (mg L^{-1})	OD (mg L^{-1})	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)
1	5,68 $\pm$ 0,4	2,09 $\pm$ 0,96	8,68 $\pm$ 8,72	2,74 $\pm$ 5,19	0,074 $\pm$ 0,01	0,078 $\pm$ 0,07	0,57 $\pm$ 0,82	26,6 $\pm$ 1,52
2	7,28 $\pm$ 0,4	25,2 $\pm$ 6,3	7,94 $\pm$ 4,24	6,24 $\pm$ 6,60	0,533 $\pm$ 0,41	0,83 $\pm$ 1,7	2,2 $\pm$ 1,41	27,28 $\pm$ 0,44
3	5,46 $\pm$ 0,7	0,1 $\pm$ 0,005	7,06 $\pm$ 0,75	1,54 $\pm$ 6,91	0,073 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,06	5,22 $\pm$ 0,81	25,39 $\pm$ 1,33
4	7,26 $\pm$ 0,4	18,6 $\pm$ 1,8	13,33 $\pm$ 5,51	3,15 $\pm$ 10,21	0,21 $\pm$ 0,13	0,21 $\pm$ 3,9	3,5 $\pm$ 1,8	27,0 $\pm$ 1,69
5	5,58 $\pm$ 1,1	15,7 $\pm$ 4,7	5,99 $\pm$ 5,81	2,9 $\pm$ 5,13	0,128 $\pm$ 0,01	0,14 $\pm$ 0,28	3,25 $\pm$ 1,0	25,34 $\pm$ 0,51
CONAMA 357/05	6-9	Até 100 UNT	até 30 $\mu\text{g L}^{-1}$	até 5 mg L^{-1}	NL	$\leq$ 0,05 mg L^{-1}	$>$ 5 mg L^{-1}	NL

NL: Não Legislado

Na primeira campanha, apenas o ponto 5 (5,72 mg L^{-1}) apresentou uma alta na DBO,

entretanto na segunda campanha em todos os pontos amostrais apresentou está fora do limite de

qualidade com variações de 10,39 - 20,71 mgL⁻¹ e, na terceira campanha apenas o ponto 2 apresentou está fora do limite com 8,32 mgL⁻¹. É importante que a DBO esteja dentro dos limites estabelecidos para garantir a saúde dos ecossistemas aquáticos.

A DBO é um dos parâmetros amplamente utilizados para a avaliação da qualidade dos cursos hídricos, principalmente para correlação sobre poluições oriundas de esgoto domésticos, demonstrando a influência da urbanização para alterações nesse parâmetro de qualidade. Quando a DBO é muito alta, os microrganismos consomem uma quantidade excessiva de oxigênio para decompor a matéria orgânica, o que leva à diminuição dos níveis de oxigênio dissolvidos na água. Isso pode resultar em condições de hipóxia (baixos níveis de oxigênio) ou anoxia (ausência de oxigênio) que são prejudiciais para a vida aquática, causando morte de peixes e outros organismos (Furtado *et al.*, 2022).

O pH é uma medida que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa. Desempenha um papel crucial na determinação da saúde e da qualidade do ambiente aquático. Com as análises, foi possível identificar nas três campanhas valores que indicaram má qualidade. Na primeira campanha o pH teve variações de 5,16 - 7,47, na segunda 5,58 - 6,69 e na terceira 4,8 - 7,28.

Nas campanhas realizadas, foi observado que o pH nos pontos 1 e 3 estava fora dos limites estabelecidos pela legislação na primeira campanha. Nas campanhas subsequentes (segunda e terceira), os pontos 1, 3 e 5 também apresentaram valores de pH fora dos limites estabelecidos. De acordo com a CETESB (2018), o pH da água exerce influência direta sobre os ecossistemas aquáticos, pois afeta a fisiologia das espécies e pode contribuir para a precipitação de elementos tóxicos, como metais pesados. Em determinados intervalos de pH, estes metais tornam-se mais solúveis, aumentando sua toxicidade e disponibilidade no ambiente aquático.

O fósforo total teve variações de 0,017-0,139 mgL⁻¹; 0,073-0,537 mgL⁻¹ e 0,140- 1,522 mgL⁻¹, para as campanhas 1, 2 e 3 respectivamente. Na primeira campanha três dos cinco pontos apresentaram concentrações acima do limite legislado: O ponto 2, ponto 4 e ponto-5. Já na segunda e terceira campanha, o analito apresentou está acima dos limites de qualidade de água em todos os pontos amostrais. O fósforo é um

importante nutriente para diversos processos biológicos e seu excesso é capaz de gerar eutrofização dos corpos hídricos (CADONÁ *et al.*, 2022).

O fósforo dissolvido teve variações de 0,074-0,180 mgL⁻¹; 0,059-0,537 mg L⁻¹ e 0,086 - 1 mgL⁻¹ para as campanhas 1, 2 e 3, respectivamente. No Brasil, os sistemas de água nas áreas urbanas estão sendo prejudicados pela descarga sem tratamento de resíduos domésticos e industriais. O esgoto contém diversos contaminantes como superfosfatos provenientes de detergentes e na matéria fecal, que insere significativamente o fósforo em corpos d'água, principalmente em drenagens pluviais de áreas urbanas (ANA, 2022; SILVA *et al.*, 2021). Os dados de fósforo dissolvido indicam, provavelmente entre outros fatores, a influência da urbanização e resíduos proveniente de esgoto doméstico para o inserimento desse poluente na bacia.

O oxigênio dissolvido (OD) teve variações de 0,57-5,22 mg.L⁻¹; 0,56-5,2 mg.L⁻¹; 1,52-3,8 mg.L⁻¹, para as campanhas 1, 2 e 3 respectivamente. Na primeira e segunda campanha, apenas o ponto 3 mostrou-se que está dentro dos parâmetros de qualidade e na terceira todos os pontos amostrais estavam o OD abaixo para enquadramento da qualidade de água. O oxigênio nos leitos aquáticos desempenha um papel essencial no metabolismo das espécies aquáticas, bem como na eficácia do processo de autodepuração dos rios (MENDONÇA *et al.*, 2020).

É possível observar que o aporte de nutrientes lançados na água do rio está influenciando o consumo de oxigênio, indicando poluição ou degradação ambiental. Esse processo, conhecido como eutrofização, pode intensificar a hipóxia devido ao aumento da atividade microbiana que consome o oxigênio dissolvido. De acordo com Tenório (2023), a introdução excessiva de nutrientes, como nitrogênio e fósforo provenientes de atividades humanas, resulta na proliferação de algas e plantas aquáticas, cuja decomposição subsequente reduz significativamente os níveis de oxigênio na água, afetando negativamente a biodiversidade aquática. Assim, a falta de oxigênio dissolvido pode ser considerada um indicador direto do nível de degradação ambiental em sistemas aquáticos impactados.

A temperatura entre os pontos amostrais variou de 25,0-27,05 °C na primeira campanha, 25,19-27,31 °C na segunda e 25,5-29,9 °C para a terceira campanha. A temperatura é um importantíssimo parâmetro para qualidade dos ecossistemas aquáticos já que também influencia na química da água. Alguns compostos são mais tóxicos para a vida aquática nas temperaturas mais elevadas e temperaturas maiores que 27 °C, podendo começar a reduzir a vida em ecossistemas aquáticos (Tyrrell, 2015).

Com dados obtidos foi possível notar a ausência de mata ciliar em regiões na bacia. As maiores fragmentações florestais estão em algumas áreas de montante e jusante (Figura 6). Nesse sentido, o ponto 1 está inserido entre área florestal e pastagem, com o campo amostral foi possível identificar novas residências e loteamentos na região de pastagem, mostrando também o crescimento urbano. O ponto 2, é em uma região totalmente urbanizada, com casas ao lado da margem da bacia e foi identificado lançamento de esgoto doméstico. No ponto 3, a água coletada foi em uma nascente da bacia, em uma área de

formação florestal, nessa região foram encontrados resíduos sólidos jogados em sua margem. O ponto 4, também está inserido em área de formação florestal, nesta região também foi identificado lançamento de esgoto na água da bacia. Já o ponto é uma região próxima a foz da bacia (localizada na praia Mucugê), nessa região existem fragmentações florestais e há presença de área urbana ao seu redor.

Com dados obtidos das análises da água da bacia, foi possível identificar que ponto 2 (bairro Guanabara) onde consiste em área urbana, apresentaram alterações entre os parâmetros de qualidade, ressaltando a necessidade urgente de medidas de gestão ambiental eficazes.

Com os campos amostrais, foi possível encontrar o lançamento de esgoto nesta região e com a execução das análises de água demonstrou-se necessidade da implementação de sistemas de tratamento de esgoto eficientes e o controle das atividades que possam contribuir para a contaminação da água.

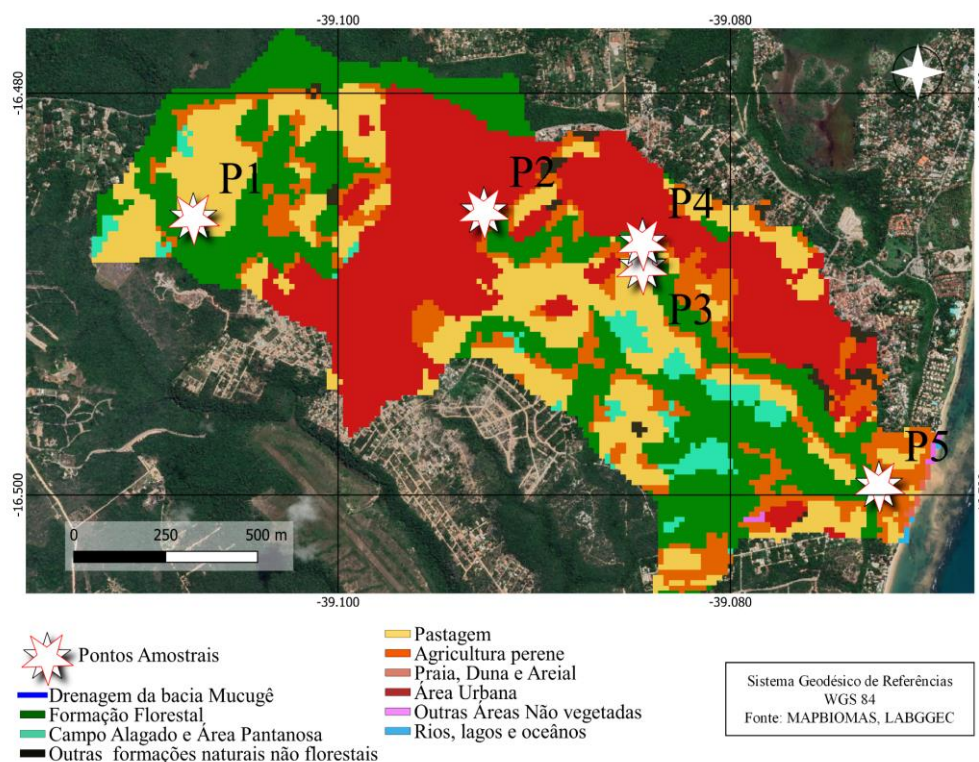


Figura 6. Uso do solo e cobertura vegetal da bacia Mucugê no ano de 2021

Nas campanhas realizadas, observou-se que o ponto 1 apresentou altas temperaturas e baixos níveis de oxigênio dissolvido, mesmo estando localizado em uma área florestal (Figura 7). Atividades humanas, como o desmatamento nas

proximidades, podem estar contribuindo para a degradação da qualidade da água.

No ponto 2, foram registrados elevados teores de fósforo total e fósforo dissolvido, baixos níveis de oxigênio dissolvido, alta demanda

bioquímica de oxigênio (DBO), pH elevado e turbidez, indicando a presença de poluição pontual na drenagem da bacia. Essas condições são agravadas pela introdução significativa de poluentes na água, representando riscos para a

saúde pública e a biodiversidade aquática. A introdução de poluentes na água pode comprometer a saúde humana, especialmente se a água for utilizada para abastecimento público ou recreação (CETESB, 2018).

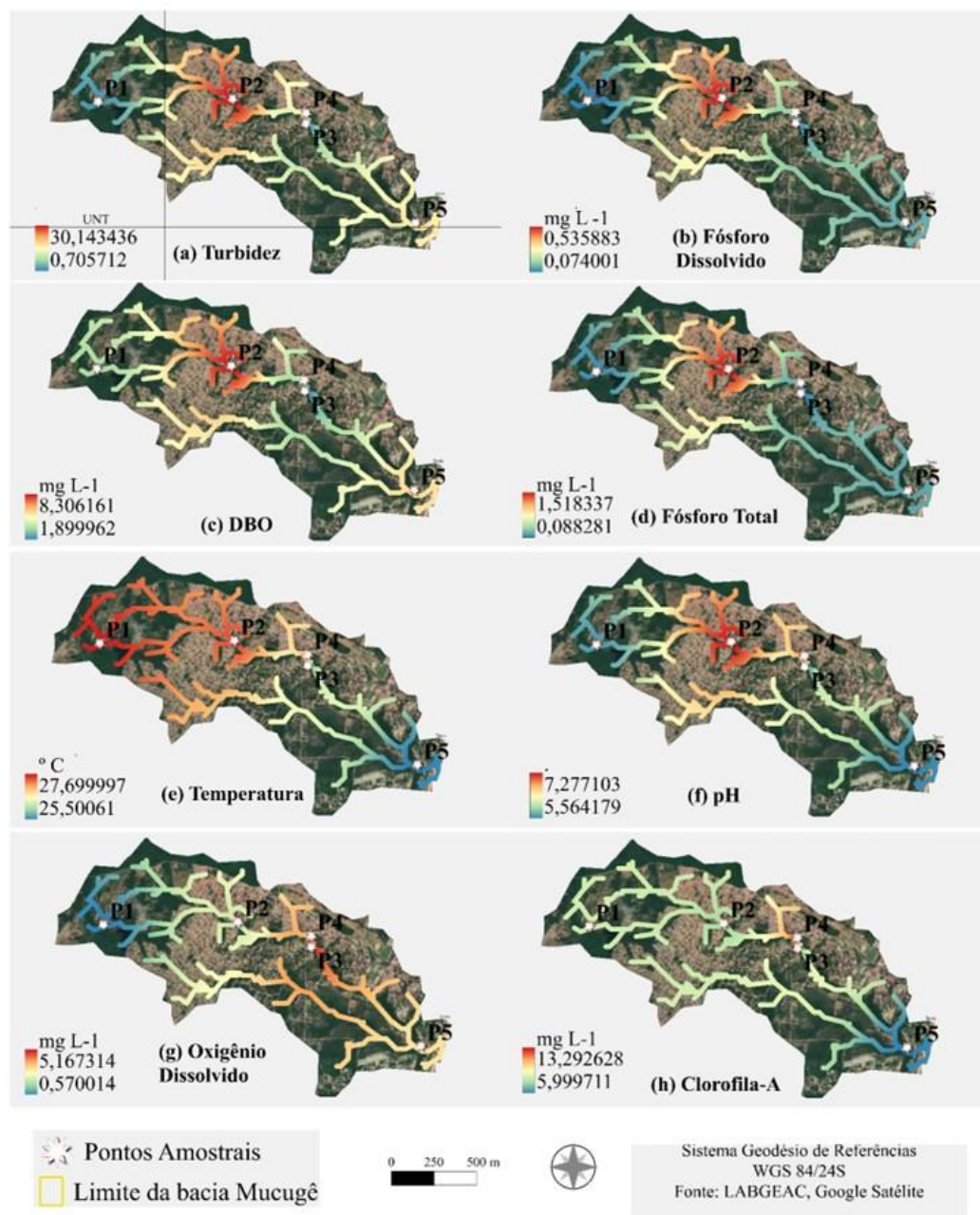


Figura 7. Médias dos parâmetros de água interpolados na drenagem da bacia

O ponto 3, situado em uma área de formação florestal, teve amostras de água coletadas em uma das nascentes da bacia. Mesmo sendo uma nascente, foram encontrados valores de fósforo total acima do que é legislado. Esse resultado é preocupante, pois as nascentes geralmente são consideradas fontes de água limpa e de alta qualidade. A presença de níveis elevados

de fósforo em uma nascente sugere influências externas negativas impactando a qualidade da água desde sua origem. Conforme Silva e Silva (2022), mesmo em áreas protegidas, a presença de fósforo elevado pode ser atribuída ao carreamento de nutrientes originados de atividades humanas, destacando a necessidade de monitoramento

constante e estratégias mitigadoras para proteger os recursos hídricos.

Vários fatores podem estar contribuindo para esses níveis elevados de fósforo. Uma hipótese é a existência de poluição pontual, como lançamento inadequado de efluentes ou esgoto doméstico não tratado ou até mesmo a presença de fossas domésticas que podem estar impactando o aquífero que alimenta a nascente. Além disso, a presença de fósforo elevado pode indicar a decomposição de matéria orgânica dentro da própria floresta, exacerbada por fatores como desmatamento parcial que pode alterar a dinâmica do ecossistema local. Esses processos aumentam a carga de nutrientes que se acumulam e acabam lixiviando as águas superficiais.

O ponto 4, localizado no Bairro São Francisco, uma região de fragmentação florestal, também apresentou valores de fósforo total, fósforo dissolvido e oxigênio dissolvido (OD) durante as campanhas amostrais. Esses resultados indicam que mesmo em áreas com remanescentes florestais, a qualidade da água pode ser severamente comprometida devido a diversas pressões antropogênicas. De acordo com Souza e Silva (2023), valores elevados de fósforo total em corpos d'água estão frequentemente associados ao carreamento durante períodos chuvosos, o que intensifica o processo de eutrofização artificial e compromete a qualidade do oxigênio dissolvido, essencial para a vida aquática. A análise destes fatores ressalta a necessidade de estratégias eficazes para mitigar os impactos de fontes difusas de poluição, especialmente em locais com alta vulnerabilidade ambiental.

O ponto 5 está localizado em área de formação florestal e apresentou valores de fósforo total, pH e OD fora dos enquadramentos legais. Esses resultados são preocupantes, podendo incluir também a influência de atividades humanas próximas à região. O ponto 5 é em uma região próxima a foz da bacia (Praia do Mucugê), essa região contém um grande fluxo de banhistas, o que pode provavelmente apresentar riscos aos frequentadores e ao balneário da praia Mucugê.

Para abordar esses problemas e melhorar a qualidade da água na bacia Mucugê, medidas de gestão ambiental e conservação são necessárias, a exemplos de investimentos em monitoramento contínuo da qualidade da água também são essenciais para avaliar os impactos das

intervenções de gestão e identificar quaisquer mudanças na qualidade da água ao longo do tempo. O crescimento urbano desenfreado e a perda de áreas florestais têm demonstrado contribuir significativamente para a deterioração da qualidade da água em rios urbanos. Esses processos inter-relacionados são fonte de preocupação devido aos impactos adversos sobre os ecossistemas aquáticos e a qualidade de vida das populações. Estudos mostram que a urbanização frequentemente resulta na conversão de áreas naturais em infraestrutura urbana, com alterações drásticas no uso do solo e a consequente degradação ambiental.

Souza Júnior et al. (2021) destacaram, em um estudo sobre o Açude Grande em Cajazeiras-PB, que o crescimento urbano resultou em eutrofização, exacerbada pela ausência de sistemas de saneamento eficazes e pelo aumento da mancha urbana. De forma complementar, Silva e Silva (2022) evidenciaram que o carreamento de nutrientes para nascentes e corpos d'água contribui para a redução da qualidade da água, mesmo em áreas protegidas, o que está associado à falta de planejamento no uso do solo. Souza e Silva (2023), por sua vez, apontaram que a presença de fósforo total em níveis elevados em corpos d'água é uma das principais consequências da expansão urbana desordenada.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com essas observações, indicando que o lançamento de efluentes domésticos sem tratamento adequado, juntamente com o escoamento superficial em áreas urbanas, são fatores determinantes para o aumento da poluição hídrica. Esses achados ressaltam a urgência de implementar estratégias de gestão ambiental e planejamento urbano sustentável, visando mitigar os impactos negativos sobre os recursos hídricos e garantir a proteção dos ecossistemas aquáticos.

Conclusões

A análise temporal mostrou uma crescente perda de formações florestais e expansão urbana, com impactos diretos na qualidade da bacia hidrográfica.

Os parâmetros de qualidade da água, como pH, DBO e fósforo total, estão fora dos limites legais, evidenciando a deterioração da água. As altas concentrações de fósforo e a baixa oxigenação são preocupantes, podendo gerar eutrofização e

hipóxia, afetando a biota aquática e a saúde pública.

As correlações entre uso do solo e qualidade da água indicam que o crescimento urbano e a mudança no uso da terra impactam negativamente os ecossistemas aquáticos. A presença de resíduos sólidos, esgoto doméstico e a falta de mata ciliar aumentam a pressão sobre os recursos hídricos locais.

Este estudo destaca a necessidade urgente de ações de conservação e manejo sustentável, incluindo planejamento urbano integrado, restauração ecológica e monitoramento contínuo da qualidade da água para garantir a preservação e a sustentabilidade da região.

Agradecimentos

Os Autores agradecem à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento da pesquisa, ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias da Bahia e à Universidade Federal do Sul da Bahia por todo apoio institucional. O apoio foi fundamental para a execução do estudo.

Referências

Andrade, M. H. S., Freitas, S. C., & Eleutério, A. S. (2020). Qualidade ecológica da água: monitoramento com bioindicadores e análise do uso e ocupação da terra em uma Bacia Hidrográfica Urbana. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 88187-88200.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 20th ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1998.

Asadzadeh, F., Haghizadeh, A., & Fegghi, J. (2020). Environmental impact assessment of water resources: An integrated approach to assess water quality and its impact on biodiversity. *Environmental Monitoring and Assessment*, 1-17.

Bento, J. L. C., Gonzalez, A. C., & Carniatto, I. (2021). Perspectiva da atuação de projetos sobre conservação de recursos hídricos na região fronteira, 2.

Bonfim, O. T., Burkert, D., Fernandes, M. R., & Reis, A. L. (2021). Análise da distribuição espacial e evolução do número de áreas contaminadas nas bacias hidrográficas dos

rios Aguapeí e Peixe. *Research, Society and Development*, 10(8), e14710817264-e14710817264.

Campelo, F. R., Souza, R. C. J., & Dray, T. W. (2020). Impactos do uso e ocupação do solo e do curso d' água no lago Macurany, 1-14. Disponível em: View of Impactos do uso e ocupação do solo e do curso d'água no lago Macurany/Impacts of land use and water course on Lake Macurany (brazilianjournals.com.br). Acesso em 15 de Janeiro de 2023.

Cadoná, E. A.; Sete, P. B.; Comin, J. J.; Loss, A.; Soares, C. R. F. S.; Souza, E. L.; Lourenzi, C. R.; Cantu, R. R.. Contaminação do solo e da água por fósforo em função de atividade suinícola em bacia hidrográfica de Santa Catarina. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.13, n.5, p.276-288, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0021>

Carmouze, JP. P. (1994). O metabolismo dos ecossistemas aquáticos. São Paulo, ed. Edgar Blücher.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2018). Fundamentos do controle de poluição das águas.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2023). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos, 2ª edição, 326 - 400.

Costa, F. E., & Soares, D. A. S. (2021). Bacia Hidrográfica Do Rio Caeté (Pará/Brasil): cobertura e usos da terra e principais problemas ambientais, 2-23. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Costa-3/publication/350327285_Bacia_Hidrografica_do_Rio_Caete_ParaBrasil_cobertura_e_usos_da_terra_e_principais_problemas_ambientais/links/605a3710299bf1736764395a/Bacia-Hidrografica-do-Rio-Caete-Para-Brasil-cobertura-e-usos-da-terra-e-principais-problemas-ambientais.pdf. Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

Ferreira, K. S., Rani-Borges, B., Santos, G. L. M., Cardoso-Silva, S., de Sá, L. R. M., & Pompêo, M. (2021). Metais nos Sedimentos em Reservatórios: há Toxicidade Potencial?. *Sociedade & Natureza*, 33, 8.

Furtado, R. R., Pereira, M. C. S., Succi, M., & Martins, J. R. S. (2022). Análise da Demanda Bioquímica de Oxigênio no Rio Pinheiros entre 2009 e 2019 e Atendimento aos Parâmetros de Qualidade de Água do Projeto Novo Rio Pinheiros

- Gomes, E. C., Lago, E. M. S., & Barbosa, L. B. (2019). Problemas Ambientais Ocasionados Pelos Processos De Urbanização Na Margem Do Rio Gangan No Bairro Do Turu, São Luís-MA, 1-4.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). Censo demográfico 2022, município de Porto Seguro -BA.
- Jribi, S., Ben I. H., & Doggui, D. (2020). Impact of COVID-19 pandemic on the socio-economic environment. *Environmental Research*, 195, 110202.
- MapBiomas Brasil (2022). *MapBiomas: série de mapas de uso e cobertura do solo do Brasil*. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.
- MTUR. Ministério do turismo Brasil (2024). *Mapa do Turismo Brasileiro 2024*. Brasília. Disponível em: <https://www.mapa.turismo.gov.br/mapa/init.html#/home>. Acesso em: 24 de junho de 2024
- Mendonça, J. K., Acosta, D. F. G., & Rigue, F. M. (2020). Experimento para determinação semiquantitativa de oxigênio dissolvido em água doce. *Revista Sítio Novo*, 4(1), 53-61. Disponível em: <https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/277>. Acesso em 10 de dezembro de 2023.
- Meneses, B. (2020). Land use and land cover changes in Zêzere watershed (Portugal): hydrodynamics implications. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 21(4), 741-757. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v21i4.1601>. Acesso em 10 de abril de 2023.
- Neto, W. M. P., Matosinhos, C. C., & Filho, H. B. (2021). Efeito do uso e ocupação do solo sobre a concentração dos metais nas águas da sub-bacia do Rio Paraúna. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(1), 749-759.
- Oliveira, J. L. M., Neto, S. P. G., & Silva, J. B. L. (2021). Avaliação das mudanças no uso e ocupação do solo do Município de Eunápolis-BA através da análise da eficiência dos índices espectrais de NDVI, NDBI e Built-Up, 1-16.
- Oliveira, M. K. T. et al. Ação antrópica na erosão de solo em bacias hidrográficas do semiárido brasileiro. *Holos*, v. 39, e16838 (2023). DOI: 10.15628/holos.2023.16838.
- Passos, F. O., Silva, B. C., & Silva, F. G. B. (2021). Avaliação de impactos de mudanças no uso e manejo do solo sobre as vazões da Bacia Hidrográfica do Ribeirão José Pereira, utilizando o modelo SWAT. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 619-633. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewfile/244450/38477>. Acesso em 10 de Abril de 2023.
- Possa, M. (2022). Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água na bacia hidrográfica do Lajeado São José, 5-23. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/5739>. Acesso em 10 de abril de 2023.
- MapBiomas Brasil (2022). Coleção 7 - Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org/oprojeto>. Acesso em 10 de Março de 2023.
- Quaresma, T. J. C., Valentim, L. de A., Quaresma, T. C., Guerreiro, Q. L. de M., & Oliveira Junior, J. M. B. (2024). Impactos do processo de urbanização na qualidade de água no Brasil: uma revisão sistemática. *REVISTA DELOS*, 17(60), e2040.
- Rodrigues, M. L., Okawa, M. P. C., & Fontana, F. (2019). A importância das matas ciliares para a proteção das nascentes de água: uma proposta educacional para o terceiro ano do Ensino Fundamental. *Revista Sergipana De Educação Ambiental*, 8(1), 1-21. Disponível em: <https://doi.org/10.47401/revisea.v8i1.15624>. Acesso em 10 de março de 2023.
- Ruggiero, M., Barboza Bentos, A., Paganelli, B., Aio Adorno, H., Lorandi, R., Di Lollo, J. A., & Moschini, L. E. (2022). Determinação do potencial de contaminação de aquíferos no município de Artur Nogueira (São Paulo, Brasil), por meio de atributos geoambientais. *Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia*, 31(2), 324-340. Disponível em: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v31n2.88995>. Acesso em: 15 de junho de 2024.
- Santos, M. S., Martins, H. T. (2021). Por uma História Ambiental da Formação Social do Extremo Sul da Bahia (1945-1972), 2-29. Disponível em: Vista de Por uma História Ambiental da Formação Social do Extremo Sul da Bahia (1945-1972) (halacsolcha.org). Acesso em 11 de janeiro de 2023.
- Santos, P. S. (2019). Estimativa de escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Una, Taubaté SP, 10-18.
- Santos, P. S. dos, Santos, M. E. de G. dos, & Santos, R. dos. (2021). Uso e ocupação do solo: reflexão sobre impacto ambiental. *AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES*, 7(1), 10. <https://doi.org/10.36725/agries.v7i1.5208>
- Selvam, S., Vishnudas, S., & Sivasakthivel, T. (2021). Environmental impacts of surface water

- pollution. In *Pollutant Diseases, Remediation and Recycling*, 269-288.
- Sharma, S., Singh, R., & Gurjar, M. S. (2019). Environmental impact assessment of surface water quality in urban area: a case study of Yamuna River in Delhi, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(11), 1-13.
- Silva, A. R., Pereira, J. M., Santos, L. F., Oliveira, M. T. S., Souza, R. A., Almeida, F. R. Análise das mudanças na cobertura do solo em áreas urbanas e suas implicações ambientais no Brasil. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, 31, 122-134, 2019.
- Silva, A. P. L.; Silva, J. L. L. Diagnóstico do potencial ambiental e hídrico das nascentes na Serra da Caiçara, Maravilha – Alagoas. *Revista Ambiental do Instituto do Meio Ambiente de Alagoas*, 5, 64-83, 2022.
- Silva, C. N., Rocha, G. M., Silva, J. M. P., & Carvalho, A. C. (2021). Percepção da importância das matas ciliares do córrego cacau (Confresa – Mato Grosso) pelos moradores de seu entorno, 374-395.
- Silva, L. S., Moreau, M. S., Daltro, U. S. (2020). Uso Do Geoprocessamento Para Mapeamento Do Uso E Ocupação Do Solo Com Ênfase Em Métricas Da Paisagem: Um Estudo De Caso Na Bacia Hidrográfica Do Rio Água Branca. *Revista Acadêmica de Análise Ambiental*, [Online] 17. Disponível em: <https://doi.org/10.24021/raac.v17i1.5035>. Acesso em 10 de abril de 2023
- Sousa, A. D. G., Silva, L. F. (2023.) Avaliação da influência das atividades agrícolas sobre a qualidade da água nas nascentes no Rio Mogi-Guaçu - Município de Bom Reposo (MG). *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, Curitiba, 12, 17-29.
- Souza, M. F. et al. O uso do MapBiomas para o monitoramento das transformações na cobertura do solo no Brasil. *Geociências*, 39, 56-70, 2020.
- Souza, J. B. (2022). Riacho Trapiá: impactos ambientais a partir do uso e ocupação do solo em São José da Lagoa Tapada-PB, 7.
- Souza Júnior, T. G. S., Meireles, A. C. M., Oliveira, C. W., Paula Filho, F. J., Menezes, J. M. C., Silva Neto, B. Inferência sobre a perda histórica da qualidade da água de um açude urbano utilizando o sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14, 3138-3155, 2021.
- Teixeira, I. C., Filho, H. D., & Carmona, S. (2019). Análise da ocupação e crescimento urbano na bacia hidrográfica do Igarapé da Fortaleza entre 1985 e 2015 utilizando imagens dos satélites Landsat 5/TM e Landsat 8. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 12(1), 1-4.
- Tenório, I. (2023). Impactos da poluição e alteração de habitat em ecossistemas de água doce. *Cadernos de Pesquisa*, 15(3), 45-58.
- Tyrrell, J (2015). The Effect Of Water Temperature On In-Stream Sediment Concentration And Transport Rate.