

ANÁLISES MORFOMÉTRICAS E APORTES ORGÂNICOS DA MICROBACIA DO RIO BAIANO, MUNICÍPIO DE ASSIS CHATEAUBRIAND, BRASIL

 <https://doi.org/10.56238/arev7n1-086>

Data de submissão: 08/12/2024

Data de publicação: 08/01/2025

Analice Timoteo de Araujo

Mestranda em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

E-mail: analice.t.araujo@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3575-1694

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/3154303920979373>

Pedro Rondon Werneck

Doutorando em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

E-mail: prondonwerneck@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8729-5259>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/5293699847807939>

Humberto Rodrigues Francisco

Doutorado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

E-mail: humberto.francisco@uffs.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4046-8321>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/7110201134592637>

Aldi Feiden

Doutor em Ciências

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

E-mail: aldifeiden@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6823-9291>

LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8384358462664823>

RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a morfometria e morfologia da microbacia hidrográfica do rio Baiano, fornecendo informações técnicas essenciais para avaliar a viabilidade de iniciativas de piscicultura sustentável. A delimitação da microbacia foi realizada utilizando Modelo Digital de Elevação – MDE, com resolução espacial de 30 metros. O processamento das imagens de satélite e os cálculos dos indicadores morfométricos foram realizados no software livre QGIS®. O Mapeamento dos viveiros escavados foram realizadas a partir de imagens de alta resolução do Google Earth, por meio do plugin QuickMapServices. A microbacia possui um relevo predominantemente plano, com uma densidade de drenagem baixa, e três faixas hipsométricas variando de 220 a 620 metros. Os tipos de solos predominantes na microbacia são Latossolo Vermelho e Nitossolo Vermelho. A maior parte da área é ocupada por atividades agrícolas, especialmente a cultura da soja. Na Área da microbacia foram mapeados 59 viveiros escavados, totalizando 27,76 hectares de lâmina d'água. A microbacia tem potencial para o desenvolvimento sustentável da piscicultura, levando em consideração os seus

recursos hídricos e as características morfológicas e morfométrica presentes na microbacia hidrográfica.

Palavras-chave: Fosforo. Geotecnologia. Nitrogênio. Piscicultura. Uso e Ocupação de Solo.

1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas desempenham papel fundamental no equilíbrio ambiental, sendo unidades naturais de planejamento e gestão de recursos hídricos (Américo-Pinheiro; Benini, 2018). Estudos relacionados a essas áreas fornecem informações cruciais para compreender dinâmicas ambientais e orientar a ocupação sustentável do território. Nas últimas décadas, a análise de bacias hidrográficas tem se destacado em pesquisas que abordam aspectos físicos, hidrológicos e antrópicos como ferramenta indispensável para a gestão integrada dos recursos naturais (Junior; Ferrão, 2018; Castro, 2022)

Entre os métodos empregados no estudo das bacias hidrográficas, a morfometria e a hipsometria emergem como abordagens importantes (de Salis *et al.*, 2019). A análise morfométrica envolve a avaliação de características físicas da bacia, como área, perímetro, densidade de drenagem, padrão de escoamento e forma. Para Souza e Cunha (2022), estes cálculos são amplamente utilizados para estimar a resposta hidrológica e a suscetibilidade a processos erosivos. A hipsometria, por sua vez, fornece informações sobre a distribuição altimétrica do relevo, possibilitando a identificação de estágios da evolução geomorfológica e a inferência de processos de degradação ambiental (Lima, 2008; Rocha, 2022).

As geociências desempenham um papel crucial na avaliação dos efeitos das ações humanas sobre o uso e a ocupação do solo, especialmente em regiões de alta relevância ambiental e econômica (Pereira *et al.*, 2023). No contexto brasileiro, as alterações no uso do solo são frequentemente ligadas à expansão agropecuária e ao crescimento urbano e impõem desafios consideráveis para a preservação dos recursos hídricos (Uelma *et al.*, 2023). Em locais destinados à aquicultura, como em viveiros escavados, um planejamento cuidadoso da infraestrutura é fundamental para assegurar a sustentabilidade das atividades produtivas (Lira *et al.*, 2019; Rios *et al.*, 2024).

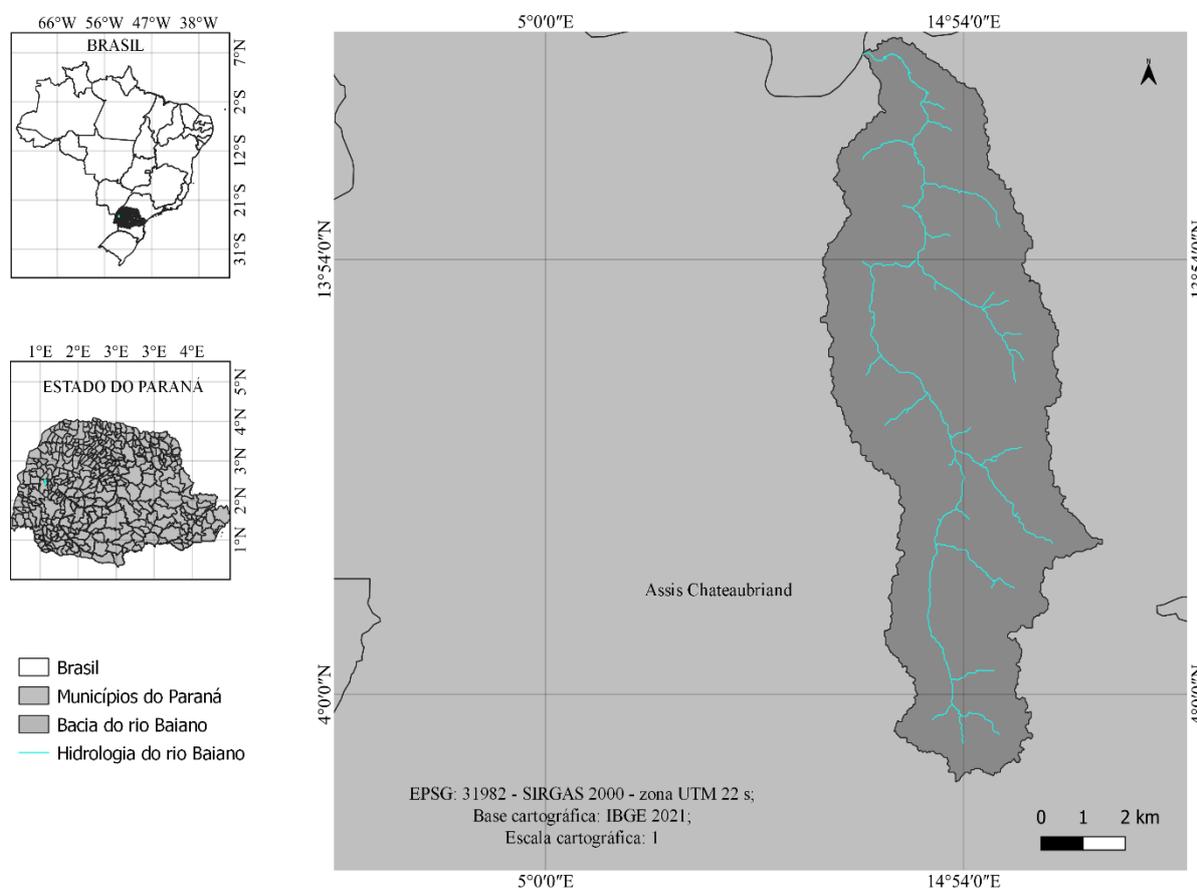
Portanto, o objetivo deste trabalho foi analisar as variáveis essenciais para a caracterização ambiental e geomorfológica da microbacia do rio Baiano, uma das diversas sub-bacias que compõem a bacia hidrográfica do Rio Piquiri, terceira maior do estado do Paraná em área física; abrange 24.731 km² e engloba 71 municípios. Neste contexto, as informações técnicas deste trabalho possuem potencial para subsidiar a avaliação da viabilidade de iniciativas voltadas à piscicultura sustentável. O estudo considerou as interações entre os atributos físicos do ambiente e a possibilidade de práticas aquícolas.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DO ESTUDO

A microbacia hidrográfica do rio Baiano está localizada no lado norte do município de Assis Chateaubriand, na região oeste do estado do Paraná, seu exultório fica no curso direito do rio Piquiri (Figura 1). O clima é tipicamente subtropical úmido mesotérmico, precipitação pluviométrica anual é de 1.250 a 1.500 mm, em média (Melo *et al.*, 2010a).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

2.2 DELIMITAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BAIANO

A delimitação da microbacia do rio Baiano foi realizada utilizando imagem do tipo Modelo Digital de Elevação - MDE, que possui resolução espacial de 30 metros. As imagens foram obtidas no site da *United States Geological Survey* – USGS (USGS, 2021). O processamento das imagens de satélite foi realizado no software QGIS®, versão 3.22.1. A correção dos possíveis erros encontrado no MDE, foi realizada utilizando o algoritmo *r.fill.dir*. A delimitação da microbacia e da hidrologia foi elaborada inicialmente com as coordenadas do exultório no rio Piquiri, com o auxílio do software

Geographic Resources Analysis Support System – GRASS, utilizando os algoritmos *r.watershed* e *r.water.outlet*. Os *rasters* produzidos durante a delimitação foram vetorizados utilizando o algoritmo *r.to.vect* (Morsoleto *et al.*, 2023).

2.3 MORFOLOGIA E MORFOMETRIA

Para realizar os cálculos morfológicos e os índices morfométricos foram utilizados a calculadora de atributos, localizado na tabela de atributos dos arquivos *shapefile*. Os cálculos morfológicos realizados para a microbacia foram: área, perímetro, comprimento do rio principal, comprimento dos canais. Os índices morfométricos estão demonstrados na Tabela 1 (Luiz Junior *et al.*, 2024).

Tabela 1. Índices morfométricos, fórmulas, descrição e valores de referências utilizados para a microbacia do rio Baiano, oeste do Paraná, Brasil.

| Índice | Fórmula | Descrição dos itens |
|----------------------------------|---|--|
| Kc – Coeficiente de compactidade | $Kc = 0,28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}}\right)$ | P: Perímetro da bacia (m); A: Área da bacia (m ²) |
| F – Fator de forma | $F = \frac{A}{E^2}$ | A: Área da bacia (m ²); E: Comprimento do eixo da Bacia (m) |
| Ic - Índice de Circularidade | $Ic = \frac{12,57 * A}{p^2}$ | A: Área da bacia (m ²); P: Perímetro da bacia (m) |
| Dd - Densidade de drenagem | $Dd = \frac{Lt}{A/1000}$ | Lt: Comprimento da rede de drenagem (km); A: Área da bacia (km ²) |
| Tc - Tempo de concentração | $Tc = 57 * \left(\frac{L/1000^3}{H}\right)^{0,385}$ | L: Comprimento do talvegue principal (km); H: Desnível entre a parte mais elevada e a seção de controle (m) |
| Is - Índice de sinuosidade | $Is = \frac{100 * (L - Lr)}{L}$ | L: Comprimento do rio principal (m); Lr: Comprimento do talvegue do rio principal (m) |
| Er - Razão do alongamento | $Er = 1,128 * \frac{\sqrt{A}}{E}$ | A: Área da bacia (m ²); E: Comprimento do eixo da bacia (m) |
| Rr - Relevo relativo | $Rv = \frac{H}{P}$ | P: Perímetro da bacia (m); H: Amplitude altimétrica (m) |

Fonte: Morsoleto *et al.*, 2023.

2.4 MAPEAMENTO DE RECURSOS FÍSICOS E NATURAIS

Os mapas de declividade e hipsometria da microbacia hidrográfica do rio Baiano foram elaborados utilizando o MDE, por meio do software QGIS, na versão 3.22.14 BIATOWIEZA (QGIS *Development Team*, 2021) de forma semelhante aos trabalhos de Macedo *et al.* (2023) e Werneck *et al.* (2023a). As análises de uso e ocupação do solo foram adquiridas no site do projeto MapBiomass, em formato *raster* (*GeoTiff*) com escala de 1:100.000 e resolução espacial de 30 metros (Brasil, 2019).

O mapa de tipos de solo foi elaborado usando a metodologia de Francisco *et al.* (2019) e Morsoleto *et al.* (2023). A análise dos tipos de solo foi realizada usando informações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (dos Santos *et al.*, 2018), apresentadas em formato vetorial em uma escala de 1:250.000 (IBGE, 2021).

O mapa rodoviário foi criado de acordo com a metodologia de Luiz Junior *et al.* (2024). Os vetores de estradas em uma escala de 1:250.000 foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (IBGE, 2021). A delimitação da microbacia hidrográfica foi usada para recortar as estradas localizadas dentro dela.

2.5 MAPEAMENTO DOS VIVEIROS ESCAVADOS

A vetorização, a classificação e a quantificação dos viveiros escavados localizados na bacia hidrográfica do rio Baiano foram realizadas com imagens de alta resolução do *Google Earth*, por meio do algoritmo disponível no *plugin* QuickMapServices do QGIS®, esta localização foi feita em uma escala de 1:600. A classificação seguiu as metodologias descritas por Francisco *et al.* (2019) e Morsoleto *et al.* (2024).

2.6 ESTIMATIVA DE APORTE DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL

As estimativas de Nitrogênio Total (NT) e Fósforo Total (PT) residuais no ambiente e os volumes incorporados como efluentes do cultivo foram calculados com base em Coldebella *et al.* (2020). Para a estimativa foram considerados a área de cultivo e a biomassa referentes aos viveiros mapeados. A densidade média de estocagem considerada foi de 5 kg peixes/m² de lâmina d'água. Na Tabela 2 são indicados os valores de referência para os cálculos de Nitrogênio e Fósforo em suas respectivas classes e fases de produção (Coldebella *et al.*, 2020).

Tabela 2. Valores de referência para estimativas de aporte de Nitrogênio Total e Fósforo Total, conforme classe de viveiros, durante a criação (9 meses) e despesca.

| Classe | Tamanho (m ²) | Valores de referência | | | |
|--------|---------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | | Criação | | Despesca | |
| | | Nitrogênio (kg/ha) | Fósforo (kg/ha) | Nitrogênio (kg/ha) | Fósforo (kg/ha) |
| I | 300 - 3000 | 2.047,70 | 261,91 | 54,59 | 16,47 |
| II | 3.001 – 6.000 | 1.951,05 | 197,30 | 120,49 | 26,11 |
| III | > 6.000 | 2.055,85 | 260,99 | 81,56 | 12,18 |

Fonte: adaptado de Coldebella, 2020.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 MORFOLOGIA E MORFOMETRIA

A microbacia hidrográfica do rio Baiano ocupa uma área de 68,62 km², com um curso principal de 67,75 km de extensão. A análise geomorfológica indica que o canal principal apresenta baixa sinuosidade, sendo classificado como linear, de acordo com a classificação de sinuosidade (Christofoletti, 1980), que varia de “muito reto” a “muito sinuoso”. A microbacia é caracterizada por rios de quarta ordem, conforme o sistema hierárquico de classificação fluvial, que considera a conexão e integração de tributários menores para definir a complexidade da rede de drenagem (Pelech, 2021). Geologicamente, a bacia está inserida exclusivamente em rochas vulcânicas básicas da Formação Serra Geral (Scherer; Lavina, 2006).

Na Tabela 3 são apresentados os índices morfométricos da microbacia do rio Baiano. O Coeficiente de capacidade (Kc) superior a 1 sugere uma forma alongada e irregular, que resulta em uma eficiência reduzida na concentração dos fluxos hídricos. Esses dados são corroborados pelo cálculo do Índice de circularidade (Is) de 0,19 e o Fator de forma (F) inferior a 0.5 confirma a característica alongada da bacia que diminui o risco de enchentes imediatas. Valores próximos foram observadas por Macedo *et al.* (2023) em microbacia com características alongada e baixa probabilidade de alagamento, considerada assim, área com tendência à conservação.

A densidade de drenagem (0,76) indica uma rede de drenagem pouco densa, apresentando um tempo de concentração de 4 horas e 49 minutos para dispersar a água do local do evento pluviométrico a sua foz. Esse intervalo é considerado longo, especialmente diante da pequena área da microbacia, no entanto, considera-se aceitável devido à baixa variação altimétrica, conforme evidenciado na Tabela 3.

Tabela 3. Índices morfométricos da bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil.

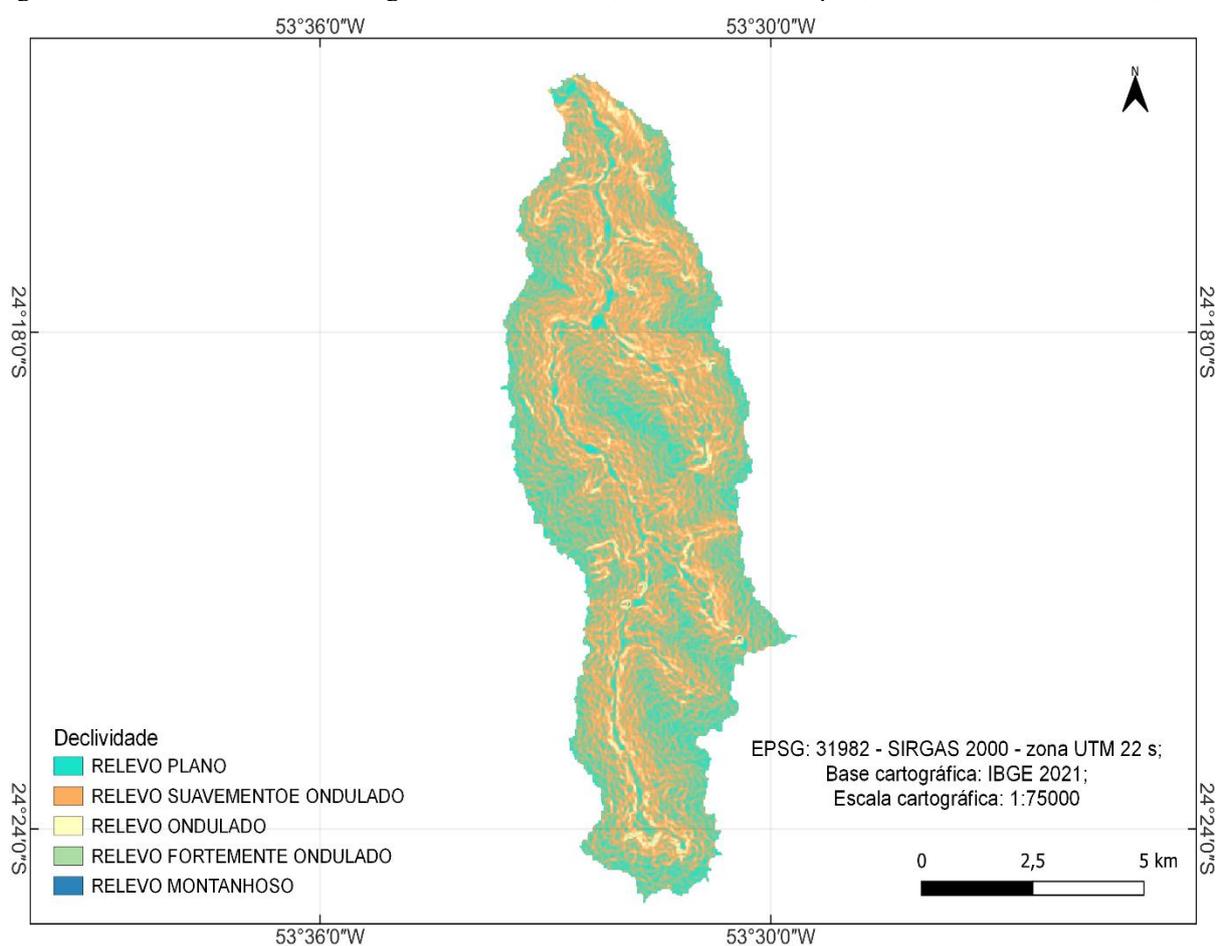
| Índices Morfométricos | Resultados | Índices Morfométricos | Resultados |
|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
| Kc | 2,290 | Tc | 4h 49 min |
| F | 0,21 | Is | 27,48 |
| Ic | 0,19 | Er | 0,513 |
| Dd | 0,76 | Rv | 0,003 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

A Figura 2 ilustra o mapa de declividade da microbacia do rio Baiano. Na microbacia predomina o relevo plano, com inclinações muito suaves, inferiores a 3%. Essa configuração geomorfológica resulta em um terreno com variação altimétrica mínima, conferindo ao relevo uma natureza homogênea. A microbacia do rio Tatuí, localizada no município de Terra Roxa/PR, também

apresenta predominância de declividade plana, onde sua maior porção varia entre 0 e 2% (Bonzanini *et al.*, 2022). Essas condições são favoráveis à implantação de viveiros escavados, devido à facilidade de escavação e ao escoamento superficial controlado. A microbacia também apresenta relevo levemente ondulado, onde as declividades não ultrapassam 8%. O relevo apresenta-se modelado por colinas e pequenos espigões de topos suavemente aplainados, e vales predominantemente em “V” (Melo *et al.*, 2010b). Isso propicia usos diversificados, desde atividades agrícolas até o manejo hídrico eficiente.

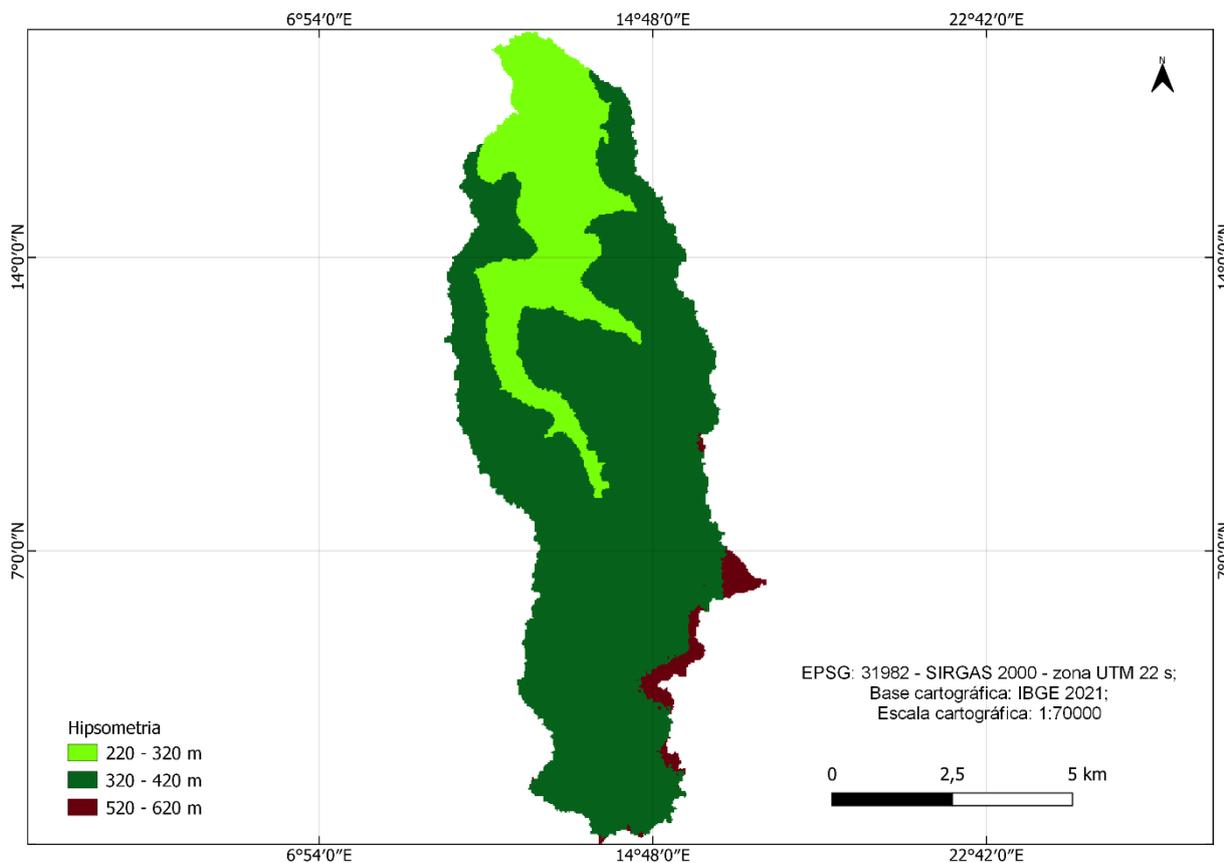
Figura 2. Declividade da bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

A área da microbacia apresentou 3 faixas hipsométricas que variam desde os 220 metros aos 620 metros (Figura 3). A primeira faixa hipsométrica (220 - 320 m) de altitude ocupa uma área de 1.494,59 ha, correspondendo a 21,78 %. A faixa de 320 a 520 m de altitude ocupa uma área de 5.198,97 há, correspondendo a 75,76 % da área total da microbacia, enquanto a faixa de 520 aos 620 m ocupa uma área de 168,65 ha, correspondendo a 2,46%.

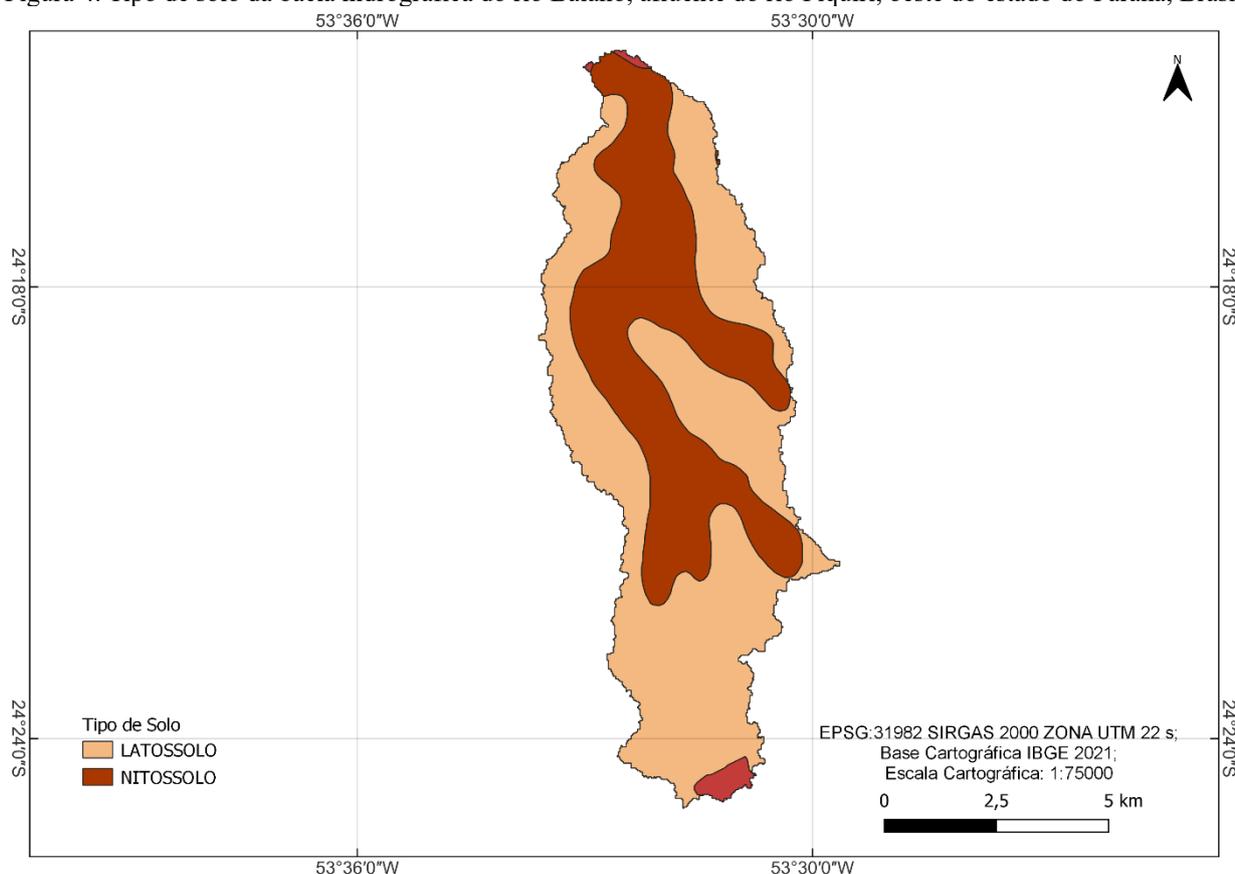
Figura 3. Hipsometria da bacia hidrográfica do rio baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024

A Figura 4 apresenta os tipos de solos da microbacia hidrográfica do rio Baiano, onde predomina o Latossolo Vermelho, com 4.128,97 ha (61%), caracterizado por sua textura argilosa. Em seguida o Nitossolo Vermelho com 2.640,23 ha (39%) que também apresenta textura argilosa, mas com maior concentração de nutrientes em relação ao Latossolo. No lado leste do município de Assis Chateaubriand encontra-se o rio Azul, onde ocorre o mesmo tipo de solo, caracterizados por elevada permeabilidade e superfícies de relevo suave aplanado, típicas de áreas com menor declividade, evidenciando boa drenagem (Souza; Barsi, 2024).

Figura 4. Tipo de solo da bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil.

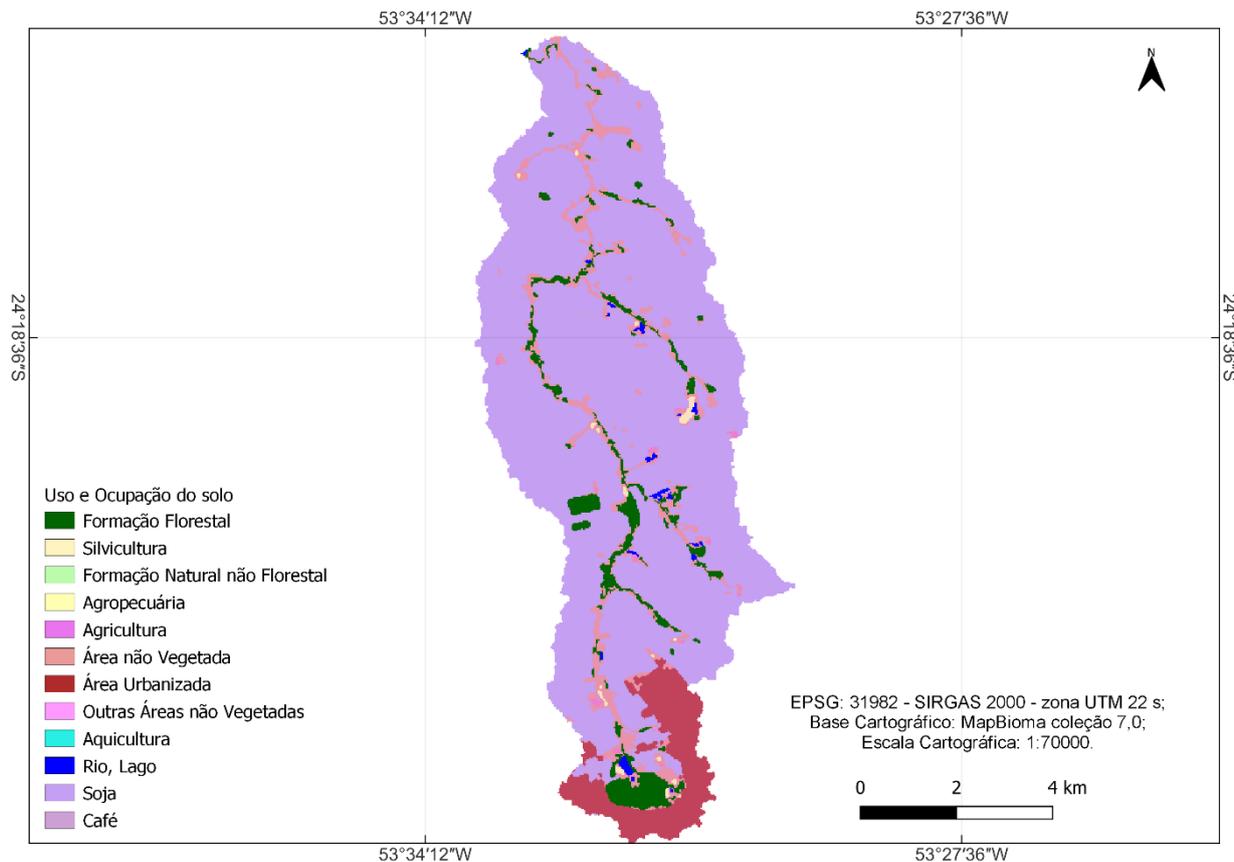


Fonte: elaborado pelos autores, 2024

A maior parte da área da microbacia do rio Baiano é ocupada predominantemente por atividades agrícolas temporárias, com destaque para a cultura da soja, conforme ilustra a Figura 5. A silvicultura e cultura do café se destaca devido às condições climáticas e topográficas favoráveis. Outro uso relevante do solo na microbacia é a formação florestal, concentrando-se principalmente em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

O avanço da agricultura no Paraná, abrangendo a bacia do Piquiri, a partir do meio do século XX, provocou uma drástica diminuição e fragmentação da vegetação nativa (Rocha; Bade, 2018; Silva et al., 2022). Segundo o Departamento de Economia Rural, a produção de soja do município de Assis Chateaubriand, no ano de 2020, foi de 263.181 toneladas (Paraná, 2021). Os municípios do Paraná que cresceram em áreas irrigadas, como Assis Chateaubriand, ocorreu um aumento de 99% na área destinada à agricultura, entre os anos de 2006 e 2017 (Ferrari, 2022).

Figura 5. Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

3.2 MAPEAMENTO DOS VIVEIROS ESCAVADOS

Foram identificados um total de 59 viveiros escavados, totalizando 27,76 ha de lâmina d'água mapeados, conforme Figura 6. A classe mais frequente entre os viveiros foi a classe I, de pequeno porte. Em relação a área de lâminas d'água, a classe predominante foi a III, de grande porte, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4. Viveiros escavados da bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil

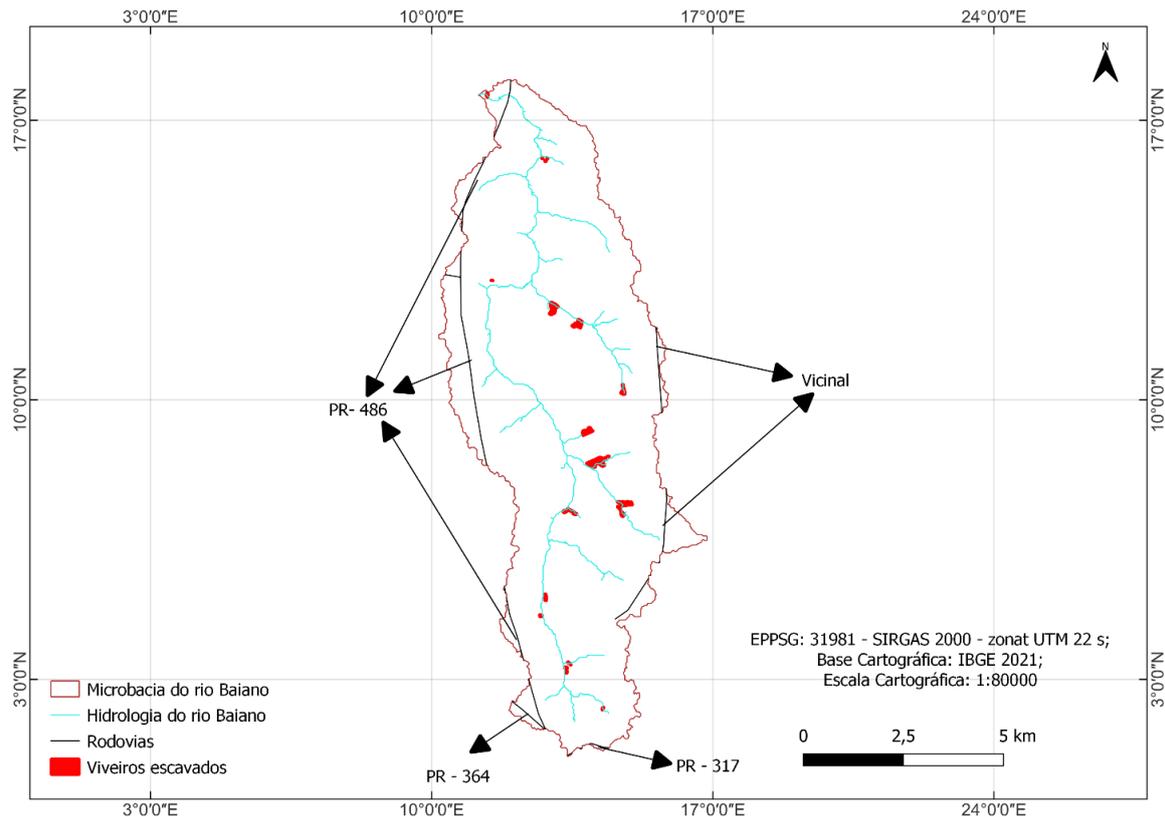
| Classe | Tamanho (m ²) | Média (m ²) | Nº Unidades | Unidade (%) | Área (ha) | Área (%) |
|--------|---------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-----------|----------|
| I | 300 – 3.000 | 1.539 | 22 | 37,29 | 3,38 | 12,17 |
| II | 3.001 – 6.000 | 4.430 | 20 | 33,90 | 8,86 | 31,92 |
| III | >6.000 | 9.132 | 17 | 28,81 | 15,52 | 55,91 |
| Total | | | 59 | 100 | 27,76 | 100 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2024

De forma semelhante, os viveiros mapeados na sub-bacia do arroio Guaçu são de pequeno porte (67,68%) (Werneck *et al.*, 2024). A piscicultura de classe I está relacionado a presença de pequenos produtores, o que leva ao fato que a pequena propriedade familiar é algo muito presente na

região (Werneck *et al.* 2023b). Os viveiros escavados na microbacia do rio Açu têm concentrações próximos às margens, com distribuição desigual. Essa disposição reduz o poder de autodepuração dos corpos hídricos (Luiz Junior *et al.*, 2024).

Figura 6. Localização geográfica dos viveiros escavados e das rodovias na bacia hidrográfica do rio Baiano, afluente do rio Piquiri, oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024

3.3 ESTIMATIVA DE APORTE DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL

Os resultados estimados para o aporte de Nitrogênio Total e Fósforo Total, no período de criação e de despesca, evidenciam que os viveiros da classe III (Tabela 5), foram responsáveis pela maior parte do aporte de nutrientes. A razão de N/P a qual foi calculado para o período de criação como 8/1 e a razão da despesca de 5/1 são consideradas baixas. Estas baixas razões podem ocasionar a eutrofização do corpo hídrico podendo ocasionar a proliferação de algas da família das cianobactérias, já que crescimento de fitoplâncton depende da disponibilidade de nitrogênio, proporcionando crescimento de espécies fixadoras de nitrogênio (Vidal; Capelo Neto, 2013).

Tabela 5. Estimativas para o aporte de Nitrogênio Total (N) e Fósforo Total (P) na sub-bacia do rio Baiano, durante o cultivo e o despesca. Considerando uma densidade média de estocagem de 5 kg de peixes por m² de lâmina de água e a área total de lâmina d'água.

| Classe | Biomassa (ton./ha) | Área (ha) | Criação | | Despesca | |
|--------|--------------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | N (ton.) | P (ton.) | N (ton.) | P (ton.) |
| I | 169 | 3,38 | 6,92 | 0,88 | 0,18 | 0,05 |
| II | 443 | 8,86 | 17,29 | 1,75 | 1,07 | 0,23 |
| III | 776 | 15,52 | 31,91 | 4,05 | 1,27 | 0,19 |
| Total | 1.388 | 27,76 | 56,12 | 6,68 | 2,52 | 0,47 |

Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

A introdução de Nitrogênio e Fósforo em corpos hídricos podem vir a ser elementos limitantes, podendo estimular a eutrofização do ambiente, devido a maior produção primária (Macedo; Sipaúba-Tavares, 2010).

4 CONCLUSÃO

A microbacia apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento de atividades aquícolas, especialmente devido à disponibilidade de áreas com topografia adequada para a construção de viveiros e ao acesso a recursos hídricos. O uso de ferramentas de geotecnologias permitiu a elaboração de mapas de recursos físicos e naturais, bem como caracterizar a hidrologia e morfometria da microbacia do rio Baiano. Portanto, os dados visuais (mapas) e indicadores para a microbacia do rio Baiano cumprem o objetivo de caracterizar a microbacia com a finalidade de elaborar dados que permitam o uso sustentável dos recursos físicos e naturais da microbacia para o desenvolvimento socioeconômico dos municípios que a integram.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao grupo de estudo de Manejo na Aquicultura (GEMAQ) pelo apoio a pesquisa e ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; BENINI, Sandra Medina (orgs). *Bacias Hidrográficas fundamentos e aplicações*. ANAP, 1ª Ed. 220p. Tupã/SP, 2018.

BRASIL, Mapbiomas. Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2019. Disponível online: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1>. Acesso em: 29 nov. 2024.

BONZANINI, Higor Lourenzoni; LUPINACCI, Cenira Maria; SANCHES, Rafael Martins. Análise Morfométrica e Feições Erosivas na Bacia Hidrográfica do Rio Taturi (PR). *Geografia (Londrina)*, v. 31, n. 1, p. 237-257, 2022.

CASTRO, César Nunes de. Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica. *Ipea*. 281 p. ISBN: 978-65-5635-031-8. Rio de Janeiro, 2022.

COLDEBELLA, Anderson et al. Nitrogen and phosphorus dynamics in Nile tilapia farming in excavated rearing ponds. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, p. e1319119699-e1319119699, 2020.

SALIS, Hugo Henrique Cardoso et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego do Marinheiro, Sete Lagoas-MG. *Boletim de Geografia*. v. 37, n. 2, p. 186-201. Maringá, 2019.

SANTOS, Humberto Gonçalves et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. *Geomorfologia: conceitos e técnicas*. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

FERRARINI, Angel dos Santos Fachinelli. A Agricultura Irrigada no Paraná: expansão de áreas e uso de recursos hídricos. *Revista paranaense de desenvolvimento*, Curitiba, v.43, n.142, p.41-59, jan./jun. 2022.

FRANCISCO, Humberto Rodrigues; CORREIA, Arlindo Fabrício; FEIDEN, Aldi. Classification of areas suitable for fish farming using geotechnology and multi-criteria analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9), 394. 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal de mapas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-municipais.html>. 2021. Acesso em: 01 dez. 2024.

JUNIOR, José Henrique Pastorelli; FERRÃO, André Munhoz de Argollo. Aspectos de gestão integrada de bacias hidrográficas. O caso da área urbana da microbacia hidrográfica do córrego Água Boa do município de Dourados (MS), Brasil. *Cidades. Comunidades e Territórios*, n. 37, 2018.

KLEIN, Wagner Lopes et al. Características ambientais da microbacia hidrográfica do rio São Luiz para subsidiar o planejamento sustentável da piscicultura. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 15(10), 10139-10158. 2023.

LIMA, Walter de Paula. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. *USP*, 2ª Ed. Piracicaba/SP, 2008.

LIRA, Karen Carrilho da Silva; FRANCISCO, Humberto Rodrigues; FEIDEN, Aldi. Análise morfométricas da microbacia do Rio Marreco: subsídios para cálculos do impacto ambiental. *Revista Caderno Pedagógico*–Studies Publicações Ltda. ISSN: 1983-0882 Page 1294, 2019.

LUIZ JUNIOR, Olavo José et al. Estimativa de aporte de Nitrogênio e Fósforo na microbacia hidrográfica do rio Açu utilizando ferramentas de geoprocessamento. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 3, p. e3138-e3138, 2024.

MACEDO, Carla Fernandes; SIPAÚBA-TAVARES, Lucia Helena. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do instituto de Pesca*, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MACEDO, Humberto Rodrigues et al. Caracterização morfológica, uso e cobertura do solo da microbacia hidrográfica do Córrego Chororó, no estado do Paraná, Brasil. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 15(10), 10268-10286, 2023.

MELO, Ordilei Aparecido Gaspar de et al. Verificação da influência da imposição litoestrutural sobre a drenagem da bacia hidrográfica do rio baiano-Assis chateaubriand/PR a partir da aplicação de variáveis morfométricas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 3(1), 07-13, 2010a.

MELO, Ordilei Aparecido Gaspar de et al. Análise comparativa da Vulnerabilidade Ambiental Potencial ou Emergente da bacia hidrográfica do rio Baiano–Assis Chateaubriand/PR. *Boletim de Geografia*, v. 28, n. 2, p. 17-27, Maringá/PR, 2010b.

MORSOLETO, Felipe Misael da Silva et al. Caracterização da morfometria da microbacia hidrográfica do rio Cavernoso: subsídios para o planejamento sustentável da piscicultura. *Caderno Pedagógico*, v. 20, n. 3, p. 1280-1295, 2023.

MORSOLETO, Felipe Misael da Silva et al. Sustainable planning geotechnologies for fish farming expansion in small municipalities: a case study of Pato Bragado/PR-Brazil. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 52(4). doi: <http://dx.doi.org/10.3856/vol52-issue4-fulltext-3163>. 2024.

PARANÁ. Departamento de economia Rural. Prognóstico Agropecuário - Soja 2021/2022. Secretaria de agricultura e do abastecimento do estado do Paraná. Departamento de Economia Rural – DERAL. Divisão de Conjuntura Agropecuária. vol. 13 N. 38, ISSN 2764-2887, 2021. Disponível em: [https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-01/soja%20\(2\).pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-01/soja%20(2).pdf). Acesso em: 05 dez. 2024.

PELECH, André Souza. Classificações geomorfológicas de rios: uma breve discussão teórica. *William Morris Davis - Revista de Geomorfologia*, v. 2, n. 2, p. 1-27, 2021. DOI: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v2n2.2021.170>.

PEREIRA, Leonardo Reginaldo; MENDES, Gabriel Coutinho Maciel; DE MELO, Suiane Ridan Pires. Análise descritiva das águas superficiais e subterrâneas e a utilização das geociências nesse contexto: uma revisão. *Revista de Geografia*. ISSN: 2236-837 v. 13, n. 1. Juiz de Fora/MG, 2023.

QGIS, Development Team. QGIS Geographic Information System. *Open-Source Geospatial Foundation Project*. 2021.

RIOS, Beatriz et al. Investigação geotecnológica para otimizar a piscicultura em uma microbacia hidrográfica neotropical. *Observatório de La Economía Latinoamericana*, 22(4), e4221-e4221. 2024, DOI: 10.55905/oelv22n4-125.

ROCHA, Anderson Sandro da; BADE, Maicol Rafael. Geografia da bacia hidrográfica do Paraná 3: fragilidades e potencialidades socioambientais. Jundiaí, SP: 1ª Ed. 314p, 2018.

SCHERER, Claiton M. S; LAVINA, Ernesto L. C. Stratigraphic evolution of a fluvial–eolian succession: the example of the Upper Jurassic—Lower Cretaceous Guará and Botucatu formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. *Gondwana Research*, v. 9, n. 4, p. 475-484, 2006.

SILVA, Micael Alvino; LISBOA, Marcelino Teixeira; GIMENEZ, Heloisa. Marques. Extremo Oeste:: A historiografia regional, o Oeste e a (Tríplice) Fronteira internacional do Paraná. *Revista de História Regional*, 27(1). 360-386, 2022.

SOUZA, Carine Cabral; CUNHA, Márcia Cristina da. Análise dos Parâmetros Morfométricos da Rede de Drenagem e Rede Viária da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Paraíso, Jataí-GO. *Sociedade & Natureza*, v.34 e65404, ISSN Uberlândia, MG, 2022.

SOUZA, Amanda Beltrão de; BARSÍ, Fabricio Ventura. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Azul – PR. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v.16, n.1, 2024.

UEMA, Diogo Yukio; MULLER, Tais; SANTIL, Fernando Luiz de Paula. Diagnóstico da Erosão, Transporte e Deposição de Solos em Pequena Bacia Hidrográfica: o caso do Ribeirão Jacupiranga. *Geografia (Londrina), [S. l.]*, v. 33, n. 1, p. 209–227, 2023. DOI: 10.5433/2447-1747.2024v33n1p209.

Disponível em:
<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/48483>. Acesso em: 5 dez. 2024

USGS, United States Geological Survey, EarthExplorer, 2021.

VIDAL, Ticiania F.; CAPELO NETO, José. Dinâmica de nitrogênio e fósforo em reservatório na região semiárida utilizando balanço de massa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 402-407, 2014.

WERNECK, Pedro Rondon et al. Caracterização da microbacia do Rio Branco e análise das unidades de produção piscícolas, através do uso de Geotecnologias. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, 21(5), 2749-2773, 2023a.

WERNECK, Pedro Rondon et al. Uso do georreferenciamento como ferramenta de planejamento sustentável da produção aquícola em pequenos municípios: estudo de caso para Ouro Verde do Oeste/PR. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 3, p. e17012338683-e17012338683, 2023b.

WERNECK, Pedro Rondon et al. Estimativa de aporte de Nitrogênio e Fósforo da piscicultura na sub-bacia hidrográfica do Arroio Guaçu. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 10, p. e9125-e9125, 2024.