
Santa Quitéria River micro-watershed: an analysis of nutrient inputs from excavated ponds used for fish farming

Microbacia do rio Santa Quitéria: uma análise do aporte de nutrientes dos viveiros escavados utilizados na piscicultura

Received: 01-08-2024 | Accepted: 01-09-2024 | Published: 04-09-2024

Nicole Panzera

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7851-8626>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: nicolepanzera@hotmail.com

Pedro Rondon Werneck

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8729-5259>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: prondonwerneck@gmail.com

Humberto Rodrigues Macedo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6703-653X>
Instituto Federal do Tocantins, Brasil
E-mail: humberto.macedo@ifto.edu.br

Aldi Feiden

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6823-9291>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: aldifeiden@gmail.com

ABSTRACT

Geotechnologies make it possible to draw up documents and maps that allow the development of a given region to be analyzed. Micro-watershed areas are a source of wealth, as they are home to the economic activities that promote the development of municipalities, so it is necessary to know the natural resources and promote their sustainability. The aim of this work is to document and map the natural resources and excavated ponds of the Santa Quitéria river micro-watershed and estimate the nutrient input from fish farming. The micro-watershed has relief, soil and hydrology conducive to fish farming in excavated ponds. The estimated contribution of nutrients at the time of harvesting, especially in large ponds, in the order of 277 kg of nitrogen and 41 kg of phosphorus, highlights the importance of planning the harvesting of ponds among fish farmers in the micro-watershed, to avoid the simultaneous harvesting of large ponds and facilitate self-depuration in the Santa Quitéria River.

Keywords: Phosphorus; Geotechnologies; Hydrology; Nitrogen; Excavated ponds.

RESUMO

As geotecnologias permitem elaborar documentos e mapas que permitem a análise do desenvolvimento de determinada região. As áreas de microbacias representam fonte de riquezas, pois nelas se encontram as atividades econômicas promotoras do desenvolvimento dos municípios, portanto, se faz necessário conhecer os recursos naturais e promover sua sustentabilidade. O objetivo deste trabalho é documentar e mapear os recursos naturais e os viveiros escavados da microbacia do rio Santa Quitéria e estimar o aporte de nutrientes da piscicultura. A microbacia possui relevo, solo e hidrologia propícias para a piscicultura em viveiros escavados. A estimativa de aporte de nutrientes no momento da despesca, especialmente em viveiros de grande porte, na ordem de 277kg de Nitrogênio e 41 kg de Fósforo ressaltam a importância de planejamento da despesca de viveiros entre os piscicultores da microbacia, de forma a evitar a despesca simultânea de grandes viveiros e facilitar a autodepuração no rio Santa Quitéria.

Palavras-chave: Fósforo; Geotecnologias; Hidrologia; Nitrogênio; Viveiros escavados.

INTRODUÇÃO

A piscicultura no oeste do Paraná se desenvolveu principalmente em viveiros escavados em propriedades de exploração familiar. Com a intensificação da atividade muitos viveiros precisam ser remodelados e adequados a uma estrutura de produção agroindustrial. O estado do Paraná produziu cerca de 22% de toda a produção anual de 2022, superando as 167 mil toneladas, representando um total de R\$ 1.304.485.000 (1 bilhão, 304 milhões e 485 mil reais) e a piscicultura da região oeste do Paraná representa o maior polo da produção do país (IBGE, 2023).

O mapeamento de viveiros escavados pode ser utilizado para o planejamento de novos entrepostos de pescado e expansão da piscicultura, pois permite conhecer os ambientes em relação a sua localização próxima aos cursos d'água e áreas de preservação permanente, além de servir de base para o ordenamento aquícola e licenciamento ambiental, visto que as características geológicas, de topografia, e de fragilidade ambiental são importantes para subsidiar uma produção crescente e sustentável.

A Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997, da Política Nacional dos Recursos Hídricos define bacia hidrográfica como o instrumento básico de gestão nos planos de recursos hídricos, para os estados e para o país, servindo como subsídio para o planejamento prévio e gestão das intervenções antrópicas. A análise morfométrica de uma bacia hidrográfica permite verificar os diferentes usos do solo e as características dos recursos hídricos que fornecem subsídios que auxiliam a tomada de decisão em projetos que envolvem o uso de recursos físicos da região. As análises morfométricas de uma microbacia fornecem respostas hidrológicas que auxiliam na avaliação dos impactos ambientais na região, possibilitando nortear as ações de manejo necessárias.

O mapeamento e a classificação dos viveiros escavados da bacia hidrográfica utilizando-se de geotecnologias constitui uma ferramenta importante para diferentes setores econômicos e ambientais, pois fornecem subsídios para futuras pesquisas acerca da fragilidade ambiental das microbacias hidrográficas (Lira *et al.*, 2022) e analisa os impactos ambientais causados pela piscicultura (da Silva Morsoleto *et al.*, 2022a). Através das geotecnologias, os gestores ambientais, responsáveis pela outorga e licenciamento ambiental, podem conhecer a dinâmica dos nutrientes nas criações e as características físicas da bacia de drenagem, para determinar a capacidade suporte do ambiente, de forma a não permitir novos licenciamentos que promovam impactos acima da capacidade de autodepuração dos cursos d'água.

O clima da região da microbacia do rio Santa Quitéria caracteriza-se como clima subtropical úmido mesotérmico do tipo climático Cfa e Cfb. Observa-se verões chuvosos e sem uma estação seca definida. A temperatura média no verão é superior a 22°C e inferiores a 18°C nos meses mais frios. A precipitação anual apresenta cerca de 1500 mm, com verão chuvoso em torno de 450 mm e inverno com meses inferiores a 250 mm (IAPAR, 1994). A microbacia do Arroio Fundo, afluente da margem direita do baixo São Francisco Verdadeiro, cujo exutório é próximo ao do rio Santa Quitéria, as variações sazonais de alguns parâmetros limnológicos apresentaram forte correlação com as características naturais, como os períodos chuvosos (Oliveira *et al.*, 2008).

As concentrações médias das variáveis limnológicas atendem aos parâmetros propostos pela Resolução Conama N° 357, mas as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, nitrogênio total, fósforo total dissolvido e ortofosfato não estão relacionadas com eventos naturais, mas apontam para o aporte de nutriente por vias difusas ou pontuais, notadamente a agricultura e a suinocultura, mas a piscicultura também pode ser uma destas fontes poluidoras, devido a expansão da piscicultura na região.

O mapeamento dos viveiros usando geotecnologias se tornou uma importante ferramenta para o planejamento e ordenamento aquícola, pois são capazes de obter informações geoambientais, sendo possível identificar as melhores localizações para implantação de viveiros escavados, dentro de determinada microbacia hidrográfica (Klein *et al.*, 2023; Macedo *et al.*, 2024).

Estudar as características de bacias hidrográficas, tais como: morfologia; uso e cobertura do solo; tipos de solos e recursos hídricos são importantes para a conservação e uso racional de seus recursos naturais. A falta de planejamento do uso dos recursos

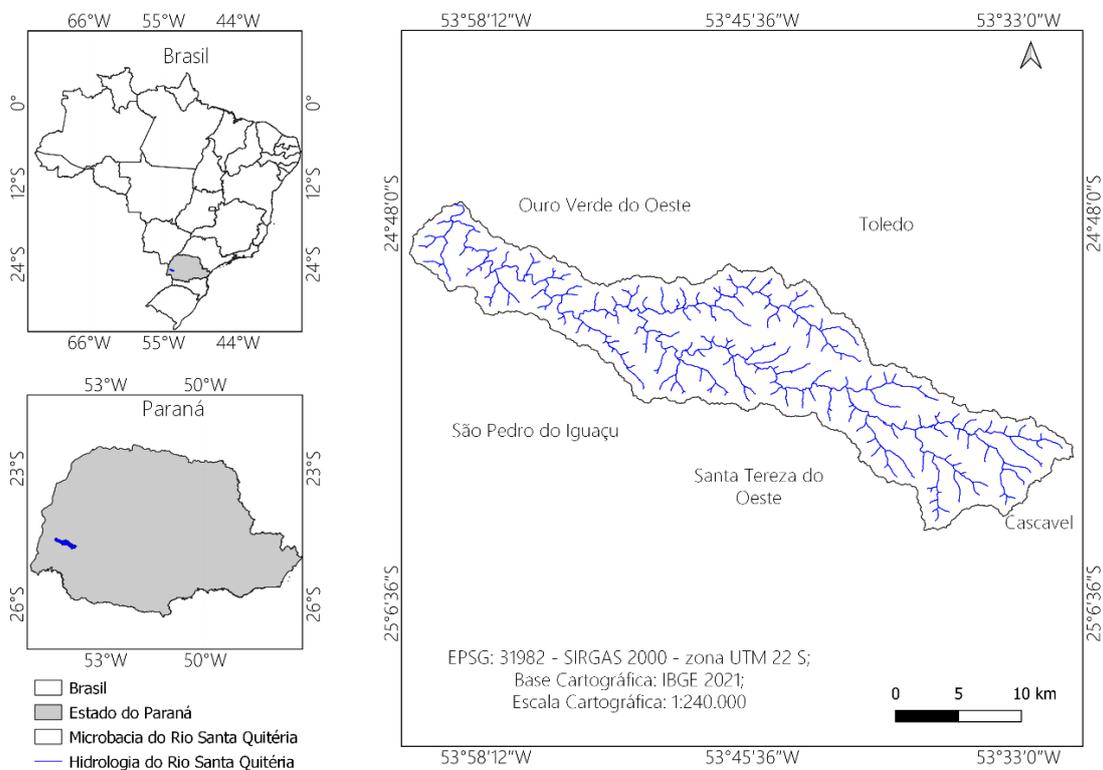
naturais pode afetar a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos, e, portanto, causar danos irreversíveis ao meio ambiente (Macedo *et al.*, 2023).

Este trabalho tem como objetivo realizar o estudo morfométrico da microbacia hidrográfica do rio Santa Quitéria; mapear os viveiros escavados e estimar o aporte de nutrientes das pisciculturas instaladas na área geográfica da microbacia do rio Santa Quitéria.

METODOLOGIA

A área de estudo está localizada no oeste do estado do Paraná, determinada pela microbacia hidrográfica do rio Santa Quitéria e situada sobre a bacia hidrográfica do Paraná III (integrada pela bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro). O rio é um afluente da margem esquerda do rio São Francisco e está localizada nos municípios de Toledo, Ouro Verde do Oeste, São José das Palmeiras, São Pedro do Iguaçu e Cascavel, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Mapa de localização da microbacia hidrográfica do rio Santa Quitéria, pertencente à sub-bacia do rio Iguaçu que integra a bacia hidrográfica do Paraná 3.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Os produtos cartográficos foram elaborados a partir da imagem de satélite do site USGS EarthExplorer, para representação da superfície. Essa imagem é conhecida como Modelo Digital de Elevação – MDE. Os vetores das malhas viárias foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas IBGE (2020). Tanto o MDE como o vetor das malhas viárias foram reprojctadas para o DATUM, SIRGAS 2000, zona UTM 22 S. Os processamentos foram realizados no software livre QGIS (QGIS, 2024) versão 3.36.3. Os dados sobre uso e ocupação do solo foram obtidos no formato matricial na coleção 7, do Projeto MapBiomias, em escala 1:500.000 e resolução espacial média de 30 metros (Mapbiomas, 2022). Os seguintes mapas da microbacia do rio Santa Quitéria foram elaborados conforme essa metodologia: Mapeamento e localização dos viveiros escavados; Delimitação, hidrologia e malha viária; Declividade; Hipsometria; Tipos de solo e Uso e ocupação de solo. A metodologia, com os passos para elaboração destes mapas foi semelhante aos trabalhos de Werneck *et al.* (2023a); Morsoleto *et al.* (2024) e da Silva Morsoleto *et al.* (2024).

Os cálculos morfométricos e os índices morfométricos foram realizados utilizando a tabela de atributos, localizados na biblioteca do software livre QGIS versão 3.36.3 (QGIS, 2024). A calculadora de campo, encontrada na janela de atributos dos arquivos *shapefile* foi utilizada para obtenção dos índices morfométricos, tais como: coeficiente de compactidade (Kc); comprimento axial (E) e do curso do rio Santa Quitéria (L); Fator de forma da bacia (F); Índice de Circularidade (Ic); Densidade de drenagem (Dd); Tempo de concentração (Tc); Índice de Sinuosidade; Razão de alongamento (Er) e Relevo relativo (Rr). As fórmulas e descrição dos índices pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição das fórmulas e dos Índices morfométricos de uma microbacia.

ÍNDICE	FÓRMULA	DESCRIÇÃO
Kc - Coeficiente de Compacidade	$Kc = 0.28 * \left(\frac{P}{\sqrt{A}}\right)$	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	$Dd = \frac{Lt}{A}$	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	$Rr = \frac{H}{P}$	P: perímetro da bacia (m); H: amplitude altimétrica (m)

Fonte: Adaptado de da Silva Morsoleto *et al.* (2022b).

O mapeamento e localização dos viveiros escavados encontrados na microbacia hidrográfica do rio Santa Quitéria foram delimitados manualmente com o uso do Google Earth. Nesta etapa foram considerados viveiros escavados somente as áreas que possuam características de típicas de pisciculturas, como a área para despesca, presença de equipamentos aquícolas e proximidades de galpões, dentre outras. A classificação do tamanho dos viveiros ocorreu conforme metodologia adaptada de Werneck (2023b), que atribui classes aos viveiros, conforme tamanho da área, sendo considerados viveiros pequenos (classe I) aqueles com área entre 300 e 3.000 m²; viveiros médios (classe II) entre 3.001 m² e 6.000m² e viveiros grandes (classe III) acima de 6.001 m².

As estimativas de aportes de Nitrogênio total (NT) e Fósforo total (PT) residuais no ambiente, e os volumes incorporados como efluente do cultivo de peixes foram calculados com base no estudo realizado por Coldebella *et al.* (2020), que considerou uma densidade de estocagem média de 5kg por m² de lâmina d'água. Importante destacar que essa densidade de estocagem era bem adotada nas pisciculturas no ano de 2020. Para este cálculo foram considerados a área de cultivo e a biomassa referentes aos viveiros mapeados. Os cálculos estimados são realizados multiplicando-se a lâmina de água pelo valor de referência de cada uma das classes, levando em conta a fase de criação que tem

período de 9 meses, e a despesca com um período de 1 dia. A Tabela referência de Coldebella *et al.* (2020) pode ser vista na Tabela 2.

Tabela 2: Referência para estimativas de aporte de Nitrogênio e Fósforo, conforme classe de viveiros, durante o cultivo (9 meses) e despesca, considerando uma densidade de estocagem de 5 kg de peixes por metro de lâmina de água dos viveiros.

Classes	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: Coldebella *et al.* (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A microbacia apresenta uma área de 455,6 km² e comprimento do curso d'água principal de 87,39 km, possui tendência a conservação da água. A densidade de drenagem sugere um baixo escoamento superficial e com grande infiltração no solo. Seus canais são da classe sinuosa, e sua razão de alongamento é considerada de forma alongada, com tempo de concentração de 15 horas e 10 minutos. Este tempo que a água leva para se deslocar de um efeito pluviométrico até seu exultório. Os índices morfométricos são mostrados na Tabela 3:

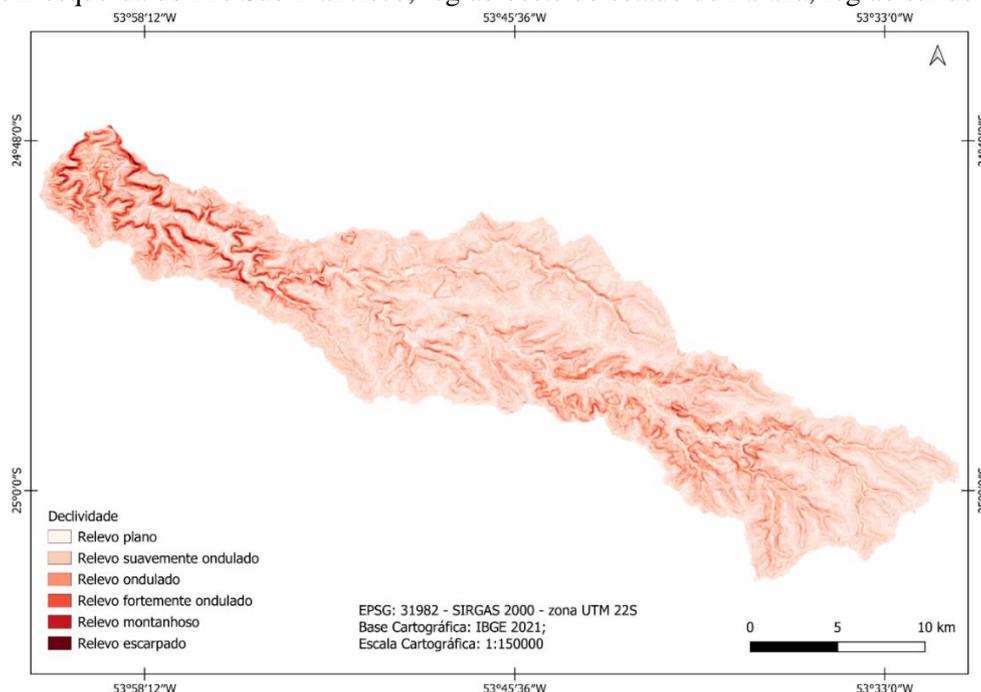
Tabela 3: Parâmetros morfométricos da microbacia hidrográfica do rio Santa Quitéria

Sigla	Parâmetros Morfométricos	Resultados
A	Área	455,598 km ²
P	Perímetro	171,889 km
L	Comprimento curso principal	87,349 km
E	Comprimento axial da microbacia	55,984 km
Lt	Comprimento total da microbacia	379,366 km
H	Amplitude altimétrica	505 m
F	Fator de forma	0,145
Ic	Índice de circularidade	0,194
Kc	Coefficiente compacidade	2,25
Dd	Densidade drenagem	0,833
Is	Índice sinuosidade	41,301
Tc	Tempo concentração	15h10min
Er	Razão alongamento	0,43

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Na microbacia do rio Santa Quitéria predominam o relevo suavemente ondulado e ondulado. O mapa de relevo, com todas as declividades observadas na microbacia do Rio Santa Quitéria pode ser vista na Figura 2. Esta declividade é considerada de boa qualidade para a implantação de novos parques piscícolas (Francisco *et al.*, 2019).

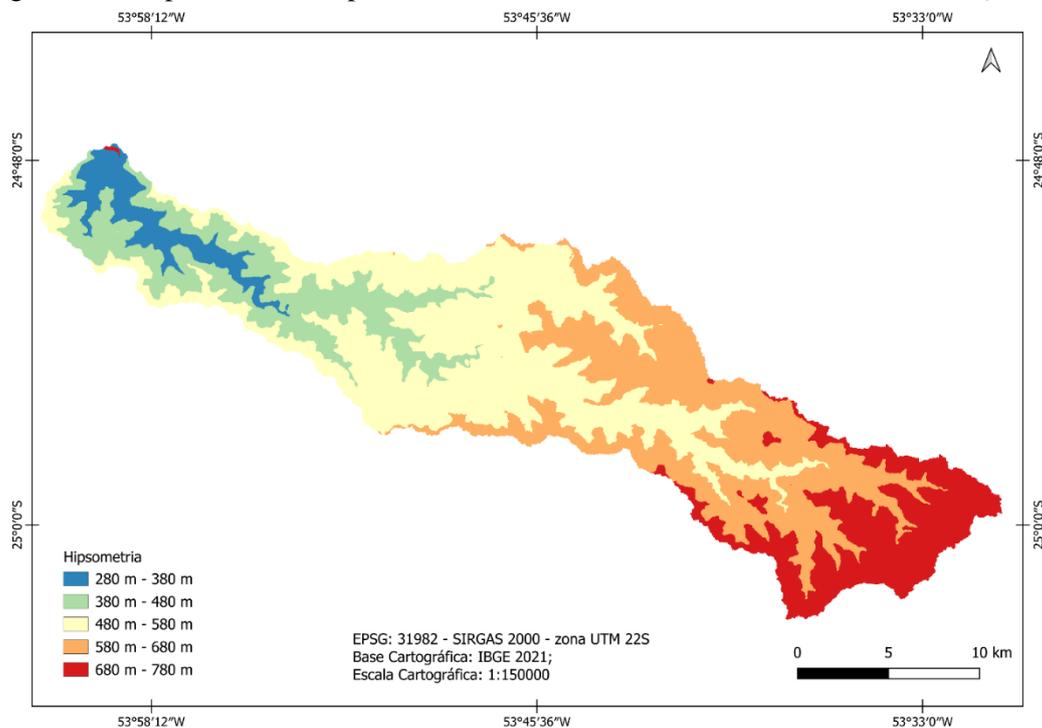
Figura 2: Mapa das declividades encontradas na microbacia do rio Santa Quitéria, localizada na margem esquerda do Rio São Francisco, região oeste do estado do Paraná, região sul do Brasil.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Em relação a altimetria na microbacia do rio Santa Quitéria, A composição das faixas hipsométricas vão de 280 a 780 metros. A Figura 3 apresenta a hipsometria da microbacia em 5 (cinco) faixas hipsométricas.

Figura 3: O mapa das faixas hipsométricas encontradas na microbacia do rio Santa Quitéria.



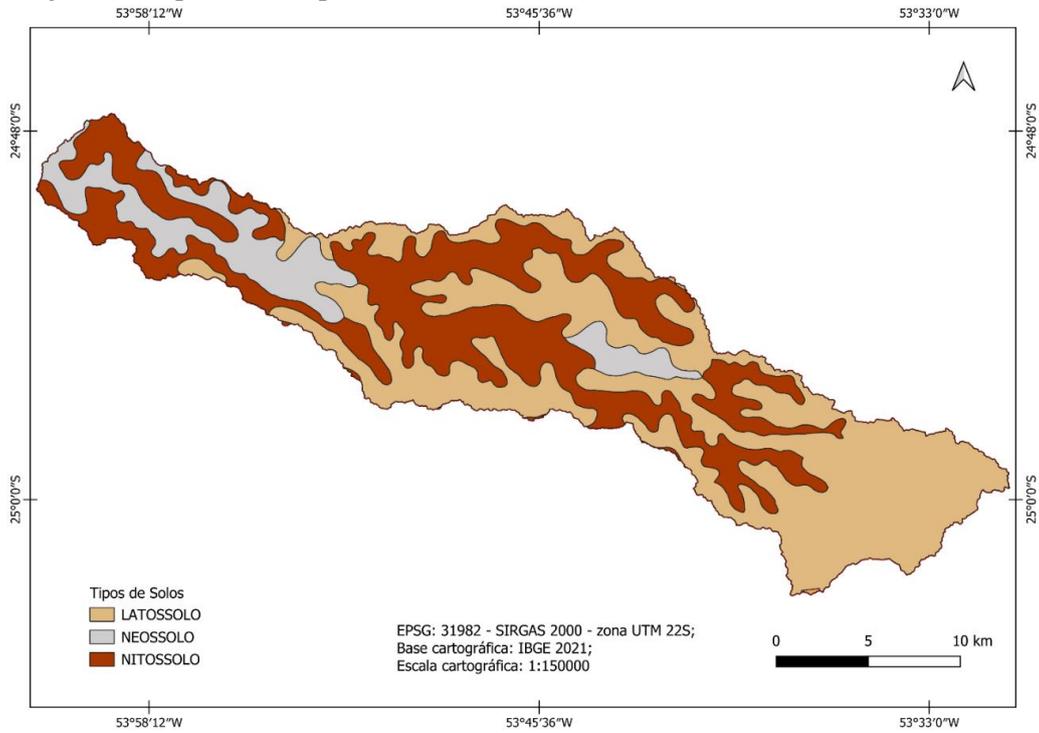
Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Os tipos de solos observados na microbacia do rio Santa Quitéria foram: Latossolo Vermelho Eutoférico, com área de 20.434,65 ha; Neossolo Regolítico Eutrófico 73.763,84 ha e Nitossolo Vermelho Eutoférico 48.535,24 ha, conforme EMBRAPA (2018). A distribuição dos tipos de solos da microbacia do rio Santa Quitéria pode ser vista na Figura 4. O Latossolo Vermelho tem boa qualidade para construção de viveiros escavados (Francisco *et al.*, 2019).

A microbacia do rio Santa Quitéria é coberta por plantações, principalmente de soja, café e outras lavouras temporárias, mas também tem composição expressiva de formação florestal. Os vários tipos de uso e cobertura do solo observadas na microbacia do rio Santa Quitéria pode ser visualizada na Figura 5. Esta característica também foi observada na microbacia do rio Toledo (Morsoleto *et al.*, 2024). A microbacia possui seis rodovias, sendo uma rodovia municipal, três rodovias estaduais e duas rodovias federais, totalizando 101,997 km de extensão. Estes dados foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). Estas rodovias auxiliam no transporte

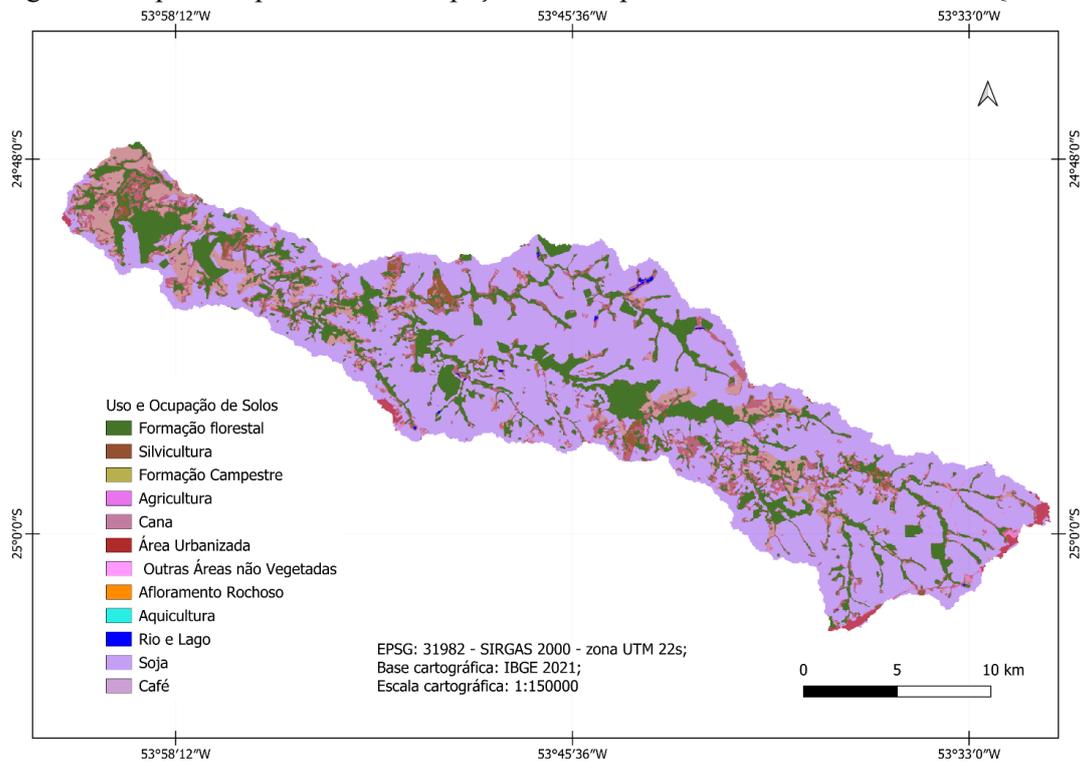
de insumos para as pisciculturas, além da extração da produção piscícola até os frigoríficos da região (Feiden *et al.*, 2018).

Figura 4: Mapa com os tipos de solo observados na microbacia do rio Santa Quitéria.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Figura 5: Mapa dos tipos de uso e ocupação do solo para a microbacia do rio Santa Quitéria.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

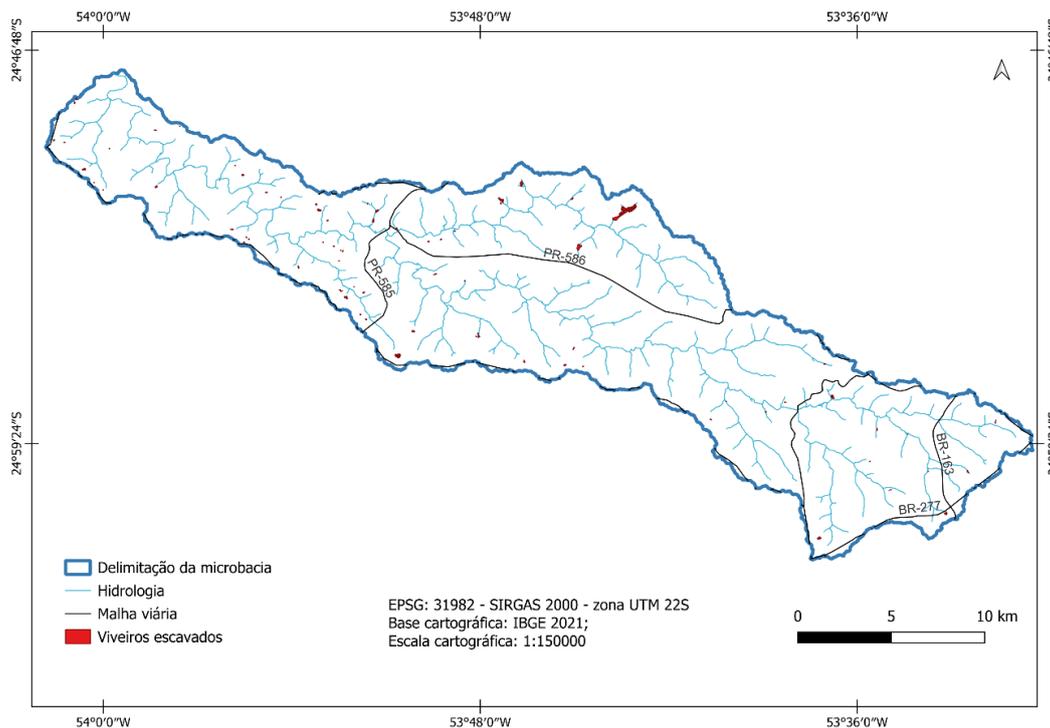
O mapeamento e localização dos viveiros escavados encontrados na microbacia hidrográfica do rio Santa Quitéria foram delimitados com o uso do Google Earth. No total foram classificados 187 viveiros escavados para a piscicultura, conforme Tabela 4, e a sua maioria localiza-se no centro e na região mais próxima à foz do rio Santa Quitéria, e bem próximos aos cursos d'água. A Figura 6 ilustra a delimitação, hidrologia, malha viária e viveiros escavados presentes na microbacia do rio Santa Quitéria.

Tabela 4: Classificação dos viveiros escavados para piscicultura na microbacia do rio Santa Quitéria.

Classes	Tamanho (m ²)	Nº Viveiros	(%) Viveiros	Área (ha)	Área (%)
I	300 a 3.000	144	77	18,067	30,87
II	3.001 – 6.000	17	9,1	6,457	11,03
III	≥ 6001	26	13,90	33,993	58,1
Total		187	100	58,517	100

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Figura 6. Mapa da delimitação, hidrologia, malha viária e viveiros escavados da microbacia do rio Santa Quitéria.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Como na região predomina a agricultura familiar, percebe-se que muitos destes viveiros não estão preparados para uma atividade comercial moderna, que exige viveiros

com tamanhos maiores, como os das classes III, que somam 26 unidades e 33,993 ha de lâmina d'água.

A estimativa do aporte de nutrientes, como Fósforo e Nitrogênio durante a fase de criação e despesca pode ser vista na Tabela 5. No momento crítico da despesca, verifica-se a maior estimativa de aporte de nutrientes na microbacia em viveiros de grande porte, sendo estimados 277 kg de Nitrogênio e 41 kg de Fósforo. Sabe-se que as demais atividades econômicas, como a criação de suínos e bovinos, e as lavouras também aportam nutrientes que chegam ao corpo hídrico e que precisam ser depurados. Desta forma, no que tange a piscicultura, a importância de investimentos e melhorias nos processos de devolução das águas ao rio Santa Quitéria. Aconselha-se que os piscicultores da microbacia planejem os dias da despesca, a fim de evitar despescas de viveiros em diferentes pisciculturas simultaneamente, para evitar a sobrecarga de nutrientes na microbacia.

Tabela 5: Estimativa de aporte de Nitrogênio (NT) e Fósforo Total (PT) durante as fases de criação (9 meses e por dia) e despesca (dia) para as classes de viveiros escavados mapeados no rio Santa Quitéria, considerando uma densidade média de 5kg/m² de superfície d'água.

Classe	Área (ha)	Criação (9 meses)		Criação (dia)		Despesca	
		NT (kg.)	PT (kg)	NT (kg)	PT (kg)	NT (kg)	PT (kg.)
I	18,06	36.980	473	136,96	17,5	98	29
II	6,45	12.580	127	46,59	4,7	77	16
III	33,99	69.870	1823	258,77	67,5	277	41
Total	58,50	119.430	2423	442,32	89,7	452	86

Elaborado pelos autores a partir de Coldebella (2020).

CONCLUSÃO

Os mapas e índices morfométricos elaborados para a microbacia do rio Santa Quitéria constitui importante documentação sobre o estado atual da microbacia. Este trabalho também contribui para o acompanhamento e a expansão da atividade aquícola de forma sustentável. O momento da despesca dos viveiros escavados, especialmente os grandes viveiros, por se tratar de momento crítico no aporte de nutrientes, se torna importante o planejamento da despesca entre os piscicultores, de forma a evitar despescas em tanques simultâneos. A predominância de ocupação do solo em lavouras, como a soja, abre a necessidade de estudos para estimar a descarga de nutrientes provenientes das lavouras na região da microbacia.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CPNq, concedendo a bolsa da iniciação científica e ao Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAq, pela estrutura.

REFERÊNCIAS

COLDEBELLA, A.; GODOY, A. C.; GENTELINI, A. L.; PIANA, P. A.; COLDEBELLA, P. F.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Nitrogen and phosphorus dynamics in Nile tilapia farming in excavated rearing ponds. *Research, Society and Development*, 9(11), e1319119699-e1319119699. 2020.

DA SILVA MORSOLETO, F. M.; LIRA, K. C. S.; SILVA, J. F. M.; FRANCISCO, H. R.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Geographic information system as a tool for assessing ponds and the potential for environmental impact caused by fish farming. *Boletim do Instituto de Pesca*, 48. 2022a.

DA SILVA MORSOLETO, F. M.; JAPENISKI, N. P.; WERNECK, P. R.; LIRA, K. C. S.; FRANCISCO, H. R.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. Análise da microbacia do Arroio Fundo como possível aplicação em tanques escavados para piscicultura. *Research, Society and Development*. 11, n. 6, pág. e60029191. 2022b.

DA SILVA MORSOLETO, F. M.; WERNECK, P. R.; MACEDO, H. R.; SILVA, A. F. C.; FEIDEN, A. Caracterização geomorfológica, localização e quantificação dos viveiros escavados para piscicultura na microbacia hidrográfica do Rio Toledo, oeste do Paraná. *Caderno Pedagógico*, 21(4), e3539-e3539. 2024.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. *Revista e ampliada*, 5ª edição, p. 356. 2018.

FEIDEN, A.; RAMOS, M. J.; CHIDICHIMA, A. C.; SCHMIDT, C. M.; FIORESE, M. L.; COLDEBELLA, A. A cadeia produtiva da tilápia no oeste do Paraná: uma análise sobre a formação de um arranjo produtivo local. *REDES: Revista do Desenvolvimento Regional*, 23(2), 238-263. 2018.

FRANCISCO, H. R.; CORREIA, A. F.; FEIDEN, A. Classification of areas suitable for fish farming using geotechnology and multi-criteria analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(9), 394. 2019.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**, Londrina. 1994.

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.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal**. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. 2023.

KLEIN, W. L.; MACEDO, H. R.; SILVA, E. A. P.; MIRANDA, E. B.; ZAVASKI, A. G.; SOUZA, P. L.; FEIDEN, A. 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.

LIRA, K. C. S.; FRANCISCO, H. R.; FEIDEN, A. Classificação de fragilidade ambiental em bacia hidrográfica usando lógica Fuzzy e método AHP. *Sociedade e Natureza*. 34, n. 1, 17p. 2022.

MACEDO, H. R.; MORSOLETO, F. M. S.; WERNECK, P. R.; BATISTA, D. C.; CARVALHO, A. G. D.; YUNES, R. V. F.; FEIDEN, A. 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.

MACEDO, H. R.; WERNECK, P. R.; MORSOLETO, F. M. S.; FEIDEN, A. Use of geotechnologies to promote the sustainable expansion of fish farming: an analysis for the municipality of Chopinzinho, Brazil: Uso de geotecnologias para fomentar a expansão sustentável da piscicultura: uma análise para o município de Chopinzinho, Brasil. *Concilium*, 24(6), 31–43. <https://doi.org/10.53660/CLM-3148-24F23>. 2024.

MAPBIOMAS, P. Projeto MapBiomass. Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Retrieved from Projeto MapBiomass: Coleção, 7. 2022.

MORSOLETO, F. M. S.; WERNECK, P. R.; MACEDO, H. R.; PISOL, C.; VANELLI, J.; MAKRAKIS, S.; BALLESTER, E. L. C.; FEIDEN, A. 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.

OLIVEIRA, L. C.; GOMES, B. M.; BAUMGARTNER, G.; SEBASTIEN, N. Y. Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do rio São Francisco Verdadeiro. *Engenharia Agrícola*, 28, n.1, p.770-781. 2008.

QGIS, Development Team. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. 2024.

WERNECK, P. R.; DA SILVA MORSOLETO, F. M.; MACEDO, H. R.; DA SILVA, A. F. C.; DA SILVA LIRA, K. C.; FEIDEN, A. 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, P. R.; MACEDO, H. R.; DA SILVA MORSOLETO, F. M.; DA SILVA LIRA, K. C.; FEIDEN, A. 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*, 12(3), e17012338683-e17012338683. 2023b.