

## ANÁLISE DA PISCICULTURA, APORTE DE NUTRIENTES E PRODUÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO OCY

 <https://doi.org/10.56238/arev6n4-215>

**Data de submissão:** 13/11/2024

**Data de publicação:** 13/12/2024

### **Pedro Rondon Werneck**

Mestre 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 Macedo**

Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT)  
Instituto Federal de Tocantins (IFTO)  
E-mail: humberto.macedo@iftto.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6703-653X>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5443168973078313>

### **Felipe Misael da Silva Mosoleto**

Doutor em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)  
E-mail: felipe\_morsoletto@yahoo.com.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4802-0399>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4971530795307857>

### **Aldi Feiden**

Doutor em Ciências  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)  
E-mail: aldiifeiden@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6823-9291>  
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8384358462664823>

## **RESUMO**

As geotecnologias se tornaram uma ferramenta essencial para determinar o potencial de desenvolvimento sustentável da aquicultura. Objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento dos recursos físicos e naturais da microbacia hidrográfica do rio Ocoy. O mapeamento dos viveiros escavados foi realizado para estimar a descarga de Nitrogênio e Fósforo devido as atividades piscícolas da microbacia. A metodologia adotada foi a pesquisa exploratória qualitativa e quantitativa para a produção piscícola e o uso de ferramentas de geotecnologias de acesso aberto, como QGIS e google Earth para mapeamento dos recursos físicos e naturais. A metodologia empregada por Coldebella et al (2020) foi utilizada para estimar o aporte de nutrientes da piscicultura na microbacia. características são consideradas adequadas para o desenvolvimento e expansão da piscicultura em viveiros escavados. As características da microbacia são adequadas para a expansão da atividade aquicola na região, pois possui predominância de relevo em faixas hipsométricas de 200 a 300 metros, com relevo suavemente ondulado; o tipo de solo Nitossolo Vermelho e morfometria que indica que a

microbacia possui baixo risco de enchentes e forma alongada. A Estimativa de razões de Nitrogênio e Fósforo são baixas.

**Palavras-chave:** Aquicultura. Fósforo Total. Geotecnologias. Nitrogênio Total. Viveiros Escavados.

## 1 INTRODUÇÃO

As atividades aquícolas para serem bem-sucedidas precisam políticas públicas de fomento, de boa logística, áreas apropriadas e principalmente qualidade da água. Estes fatores aliados à expertise dos piscicultores minimizam os impactos ambientais (Feiden et al., 2018). A qualidade da água é fundamental para qualquer atividade aquícola. O rio Ocoy é um tributário do lago Itaipu, sendo um rio de classe 2, de acordo com a Resolução Conama 357/2005 e com 11 afluentes em sua hidrologia (Silva et al., 2010). Suas nascentes estão próximas ao Parque Nacional do Iguaçu enquanto sua foz acorre no rio Paraná, no reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu. Este, por sua vez pertence a Bacia Hidrográfica do Paraná 3 (Roderjan et al., 2002). A microbacia do rio Ocoy abrange os municípios de Medianeira, Matelândia, Missal, São Miguel do Iguaçu, Itaipulândia e Ramilândia (IBGE, 2012).

Para analisarmos bacias hidrográficas atualmente dispomos de inúmeras ferramentas de georreferenciamento, entre elas destacam-se o Sistema de Informação Geográfica - SIG e o Sensoriamento Remoto – SR. Estas ferramentas podem auxiliar no planejamento e execução de projetos de licenciamento ambientais e analisar a microbacia em diversos aspectos como o uso do solo até a sua hidrologia, e assim colaborar na estimativa de custos e de investimentos que serão necessários para implantar a atividade (Klein et al., 2023, Macedo et al., 2024).

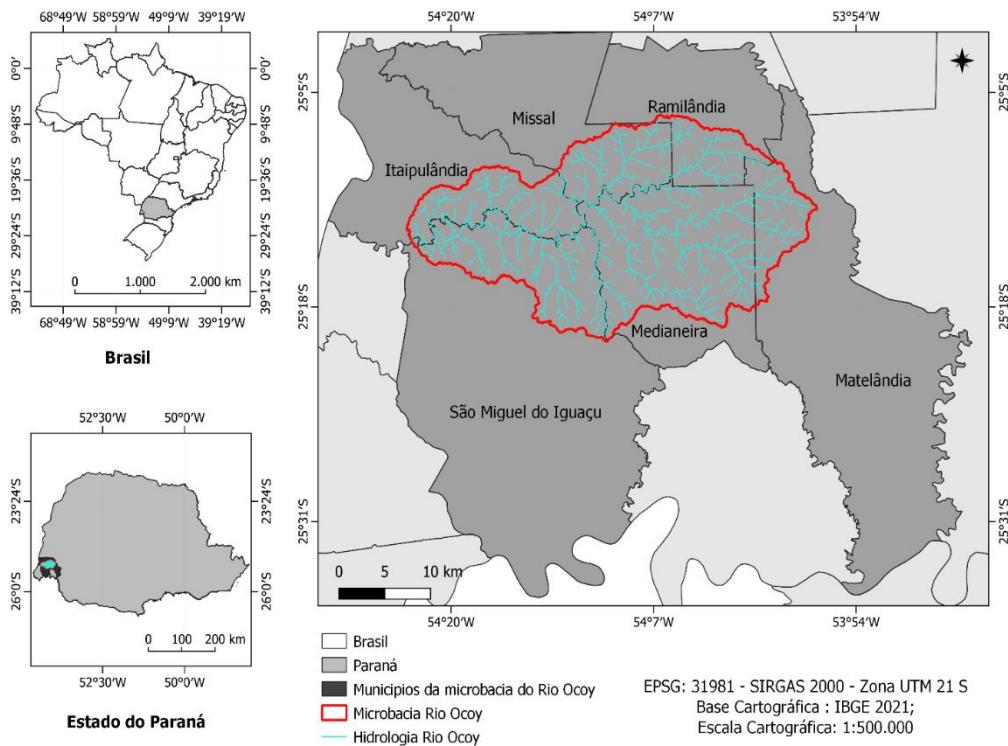
As geotecnologias se tornaram uma ferramenta essencial para determinar o potencial de desenvolvimento sustentável da aquicultura regional. Elas permitem quantificar e mapear os tanques escavados, otimizar a logística e explorar áreas com maior potencial de aquicultura, evitando gastos desnecessários e minimizando os riscos ambientais (Bernardi, 2014; Feiden et al., 2018). O objetivo deste trabalho foi realizar o mapeamento dos recursos físicos e naturais da microbacia do rio Ocoy e avaliar a atividade. O mapeamento dos viveiros escavados foi realizado para estimar a descarga de Nitrogênio Total e Fósforo Total gerada pela atividade piscícola da microbacia.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 LOCAL DE ESTUDO

A microbacia hidrográfica do rio Ocoy localiza-se na região oeste do estado do Paraná, é delimitada ao norte pelo município de Missal e Ramilândia, ao sul por Medianeira e São Miguel do Iguaçu, a leste por Matelândia e a oeste por Itaipulândia, como mostrado na Figura 1. Em relação ao clima, a região é enquadrada em Cfa (Köppen-Geiger, 1936).

Figura 1: Microbacia hidrográfica do rio Ocoy, bacia hidrográfica do rio Paraná 3, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

## 2.2 DELIMITAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA

A microbacia hidrográfica do rio Ocoy foi delimitada utilizando Modelo Digital de Elevação (MDE), adquirido no site USGS - Earth Explorer, com resolução espacial de 30 metros. O MDE foi processado com o software QGIS®, versão 3.22.14 Biatowieza (QGIS Development Team, 2021). Esse processo foi realizado aplicando métodos avançados de análise hidrológica utilizando algoritmos nativos do QGIS, tais como: correção de depressão (r.fill.dir); cálculo da direção do fluxo (r.watershed); identificação de áreas de captação e canais de drenagem (r.water.outlet); conversão vetorial (r.to.vect).

O uso dessas ferramentas permitiu o delineamento preciso da bacia hidrográfica, fator essencial para estudos de recursos hídricos e gerenciamento ambiental. Todos os dados foram então reprojetados para a referência sistemática SIRGAS 2000 UTM 21S.

## 2.3 MAPEAMENTO DOS RECURSOS FÍSICOS E NATURAIS DA MICROBACIA DO RIO OCY

Os mapas dos recursos físicos e naturais 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 Estatística -IBGE (IBGE, 2023). O MDE e o vetor foram reprojetadas para o DATUM, SIRGAS 2000, zona UTM 22 S. Os processamentos foram realizados no software livre QGIS versão 3.36.3. Os dados sobre uso e ocupação do solo foram obtidos no formato matricial na coleção 7, do Projeto MapBiomass, em escala 1:500.000 e resolução espacial média de 30 metros (Mapbiomas, 2022). As seguintes representações em mapas da microbacia do rio Ocoy foram elaborados: declividade; hipsometria; tipos de solo e uso e ocupação de solo. A metodologia, com os passos para elaboração destes mapas foi similar aos trabalhos de Werneck et al. (2023a) Morsoleto et al. (2024).

#### 2.4 ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO OCY

Foram calculados os índices de fator de forma, circularidade, sinuosidade, alongamento, relevo relativo, coeficiente de compacidade, densidade de drenagem, tempo de concentração. Esses cálculos foram realizados utilizando a tabela de atributos do software QGIS, versão 3.22.14 Biatowieza.

#### 2.5 CLASSIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DOS VIVEIROS ESCAVADOS PARA PISCICULTURAS

A delimitação dos viveiros escavados da microbacia hidrográfica do rio Ocoy foi realizada utilizando o google Earth sobrepondo o QGIS. Nesta etapa considerou-se viveiros escavados os polígonos com características específicas de pisciculturas, tais como área de despesca, existência de equipamentos voltados a aquicultura, galpões próximos, além de outras características de infraestrutura da atividade. Os viveiros foram classificados em classes, sendo: classe I com área de 300m<sup>2</sup> a 3000m<sup>2</sup>, classe II tendo área de 3001m<sup>2</sup> a 6000m<sup>2</sup> e por fim, a classe III com área superior a 6001m<sup>2</sup>. Áreas inferiores a 300m<sup>2</sup> foram desclassificadas pois não foram consideradas áreas produtivas comerciais (Morsoleto et al., 2022).

#### 2.6 PRODUÇÃO PISCÍCOLA DOS MUNICÍPIOS

A análise da produção piscícola nos municípios que compõem a microbacia do rio Ocoy foi realizada através de pesquisa documental exploratória de abordagem qualitativa e quantitativa nos dados da Produção Pecuária Municipal – PPM (IBGE, 2024), para analisar a evolução da produção piscícola dos municípios de Missal, Ramilândia, Medianeira, São Miguel do Iguaçu, Matelândia e Itaipulândia.

## 2.7 APORTE DE NUTRIENTES: NITROGÊNIO TOTAL (N) E FÓSFORO TOTAL (F)

Os cálculos de estimativa de descarga de nutrientes residual na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, devido à piscicultura em viveiros escavados foram determinados com base no estudo de Coldebella et al. (2020). Para fazer essa estimativa, foram consideradas a área de cultivo e a biomassa média produzida de 5 kg por m<sup>2</sup> de superfície de água, para os viveiros escavados mapeados e classificados neste trabalho. Os valores de referência estão indicados na Tabela 1, adaptado de Macedo et al. (2024).

Tabela 1: Valores de referência para estimativas de aporte de Nitrogênio Total e Fósforo Total, conforme classe de viveiros, durante o cultivo (9 meses) e despesca. Considerado uma densidade média de estocagem de 5 kg de peixes por m<sup>2</sup> de lâmina de água dos viveiros escavados.

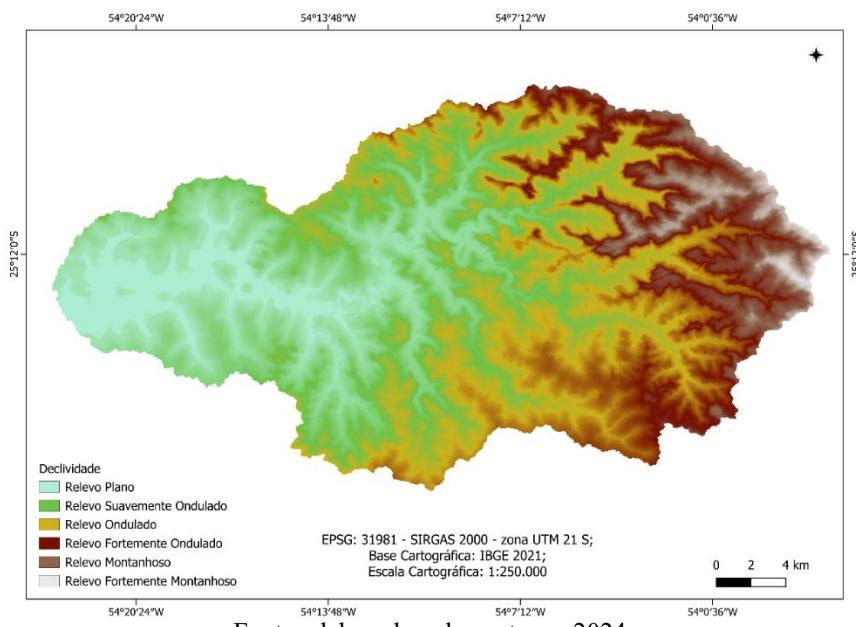
Classes	Tamanho (m <sup>2</sup> )	Valores de referência			
		Criação		Despesca	
		Nitrogênio (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)	Nitrogênio (kg/ha)	Fósforo (kg/ha)
I	300 - 3000	2.047,70	261,91	54,59	16,47
II	3.001 - 6.000	1.951,05	197,30	120,49	26,11
III	> 6.000	2.055,85	260,99	81,56	12,18

Fonte: Adaptado de Coldebella et al. (2020).

## 3 RESULTADOS

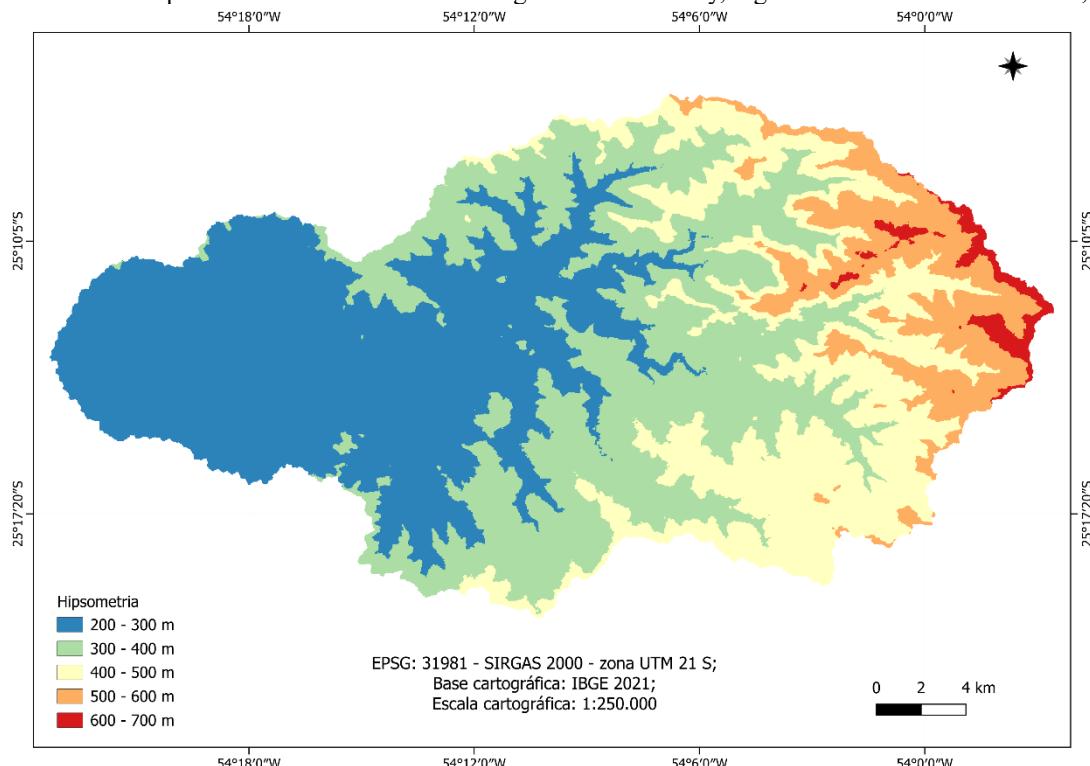
### 3.1 MAPEAMENTO DOS RECURSOS FÍSICOS E NATURAIS DA MICROBACIA DO RIO OCY

Figura 2: Classes de relevos encontrados na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



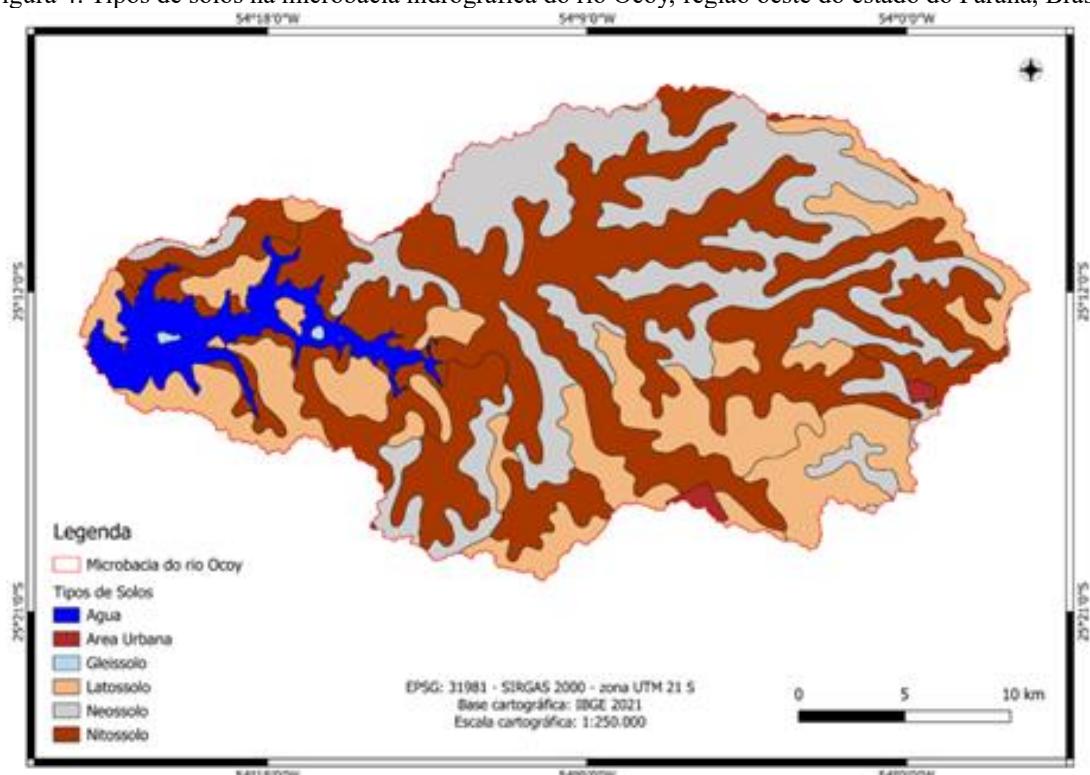
Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Figura 1: As faixas hipsometricas na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



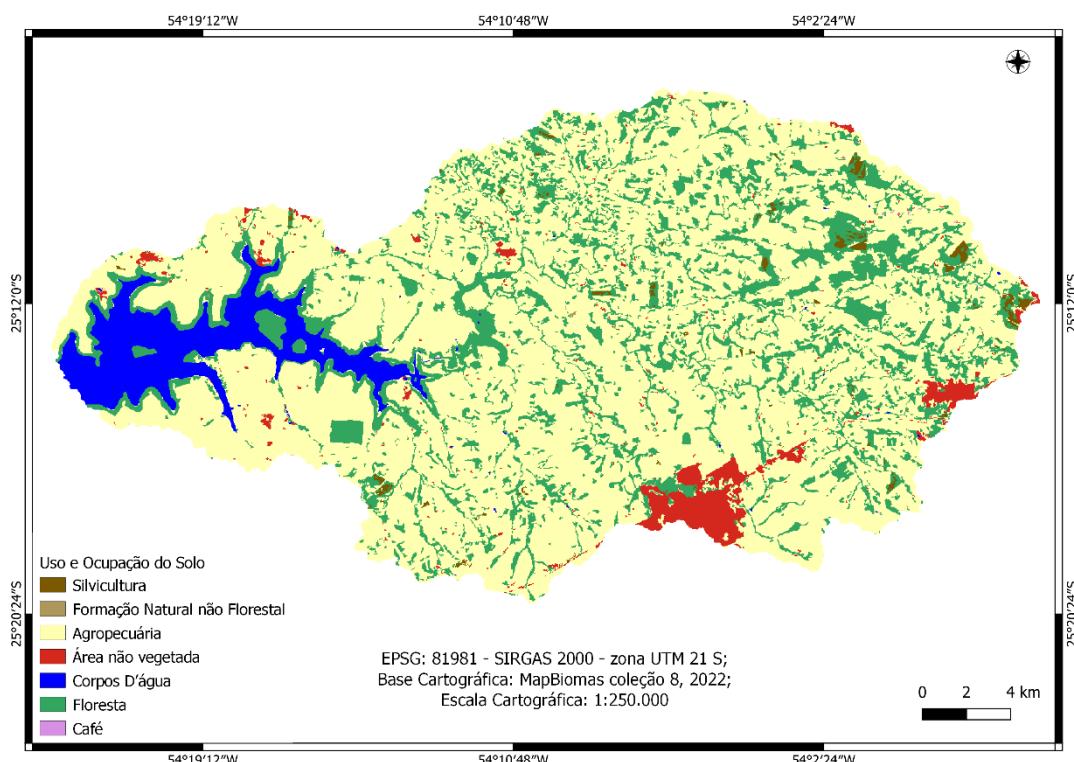
Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Figura 4: Tipos de solos na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Figura 5: Mosaico de uso e ocupação do solo encontrados na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Tabela 2: Índices morfometricos da microbacia hidrográfica do rio Ocoy, região oeste do estado do Paraná, Brasil.

Índices morfometricos	Valores
Coeficiente de compacidade (Kc)	1.64
Coeficiente de forma (F)	0.35
Índice de circularidade (Ic)	0.37
Densidade de drenagem (Dd)	0.88
Tempo de concentração (Tc)	14:07
Índice de sinuosidade (Is)	45.90
Razão de alongamento (Er)	0.67
Razão de relevo relativo (Rr)	0.0029

Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

### 3.2 MAPEAMENTO DA HIDROLOGIA, VIVEIROS ESCAVADOS E RODOVIAS

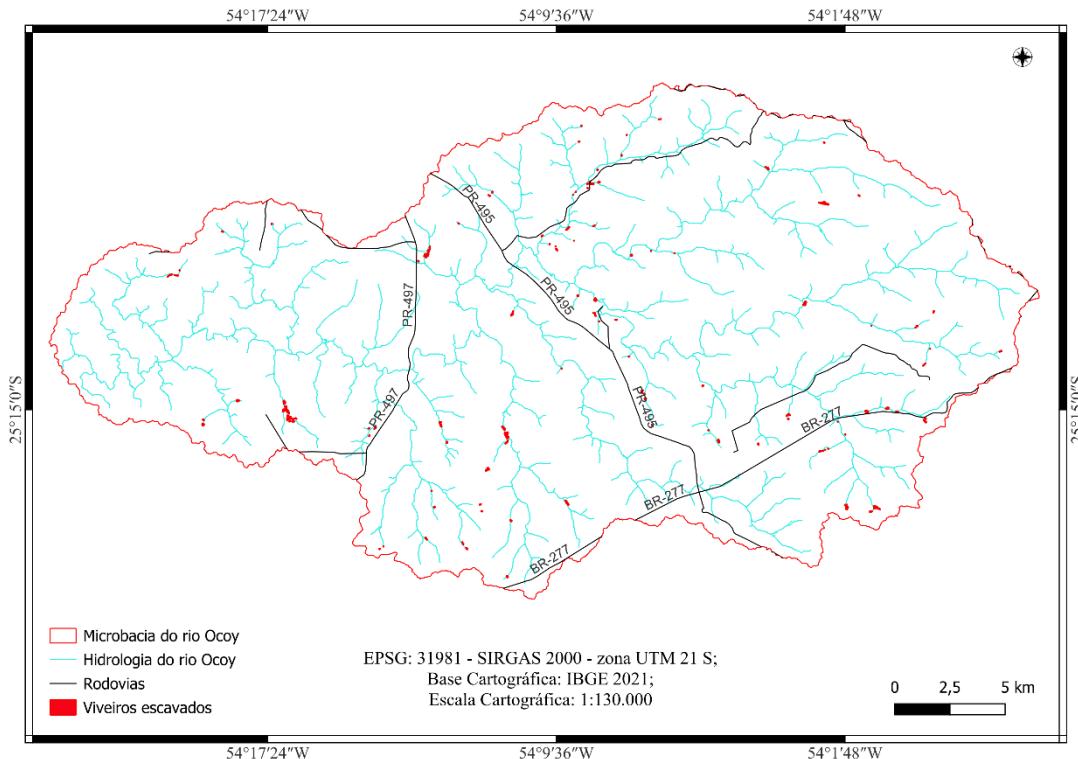
Tabela 3: Classificação dos viveiros escavados na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, oeste do estado do Paraná, Brasil.

Classe	Tamanho (m <sup>2</sup> )	Nº Viveiros	Viveiros (%)	Área (ha)	Área (%)
I – Pequeno	300 - 3.000	227	86.97	24.77	55.91
II – Médio	3.001 - 6.000	24	9.19	9.29	20,97
III – Grande	> 6.001	10	3.84	10.24	23,12

Total		261	100	44.30	100
-------	--	-----	-----	-------	-----

Fontes: adaptado de Werneck et al. (2023b).

Figura 6: Mapa da hidrologia e das rodovias que cruzam a área da microbacia hidrográfica do rio Ocoy, região oeste do estado do Paraná, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

### 3.3 PRODUÇÃO PISCÍCOLA DOS MUNICÍPIOS DA MICROBACIA DO RIO OCY

Tabela 4: Produção de peixes dos municípios da microbacia hidrográfica do rio Ocoy, por ano, em toneladas, durante o decênio 2014-2023.

Espécie	Ano de Produção									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tilápia	725	795	831	956	977	1206	1.257	1.393	1.974	2.026
Outras*	328	320	226	253	210	178	151	128	89	91
Total	1.053	1.115	1.057	1.209	1.188	1.384	1.408	1.521	2.063	2.117

\*Outras espécies: Pacu - *Piaractus mesopotamicus*; Piau - *Leporinus friderici*; Pintado - *Pseudoplatystoma corruscans*; Traíra - *Hoplias spp.* Fonte: adaptado de IBGE, 2024.

### 3.4 DESCARGA DE NUTRIENTES PROVENIENTES DOS VIVEIROS ESCAVADOS.

Tabela 5: Aporte de Nitrogênio Total (N) e Fósforo Total (P) durante a fase de criação e a despesca para as diferentes classes de viveiros escavados da microbacia hidrográfica do rio Ocoy, situada no oeste do estado do Paraná – Brasil, considerando uma densidade média de 5kg de peixe por m<sup>2</sup> de lâmina d’água, em uma criação por um período de 9 meses.

Classe	Biomassa (Ton/ha)	Área (ha)	Criação		Despesca	
			N (Ton)	P (Ton)	N (Ton)	P (Ton)
I	11,35	227	464,83	59,45	12,40	3,74
II	1,20	24	46,82	4,73	2,90	0,63
III	0,50	10	20,56	2,61	0,81	0,12
Total	13,05	261	532,21	66,79	16,11	4,49

Fonte: adaptado de Coldebella (2020).

## 4 DISCUSSÕES

### 4.1 MAPEAMENTO DOS RECURSOS FÍSICOS E NATURAIS DA MICROBACIA DO RIO OCYOY

Na microbacia hidrográfica do rio Ocoy predomina o relevo plano e suavemente ondulado, como observa-se na Figura 2. Estes tipos de relevo são considerados de boas características para a implantação de novos empreendimentos aquícolas, como observado por Francisco et al. (2019).

Na microbacia hidrográfica do rio Ocoy foram encontradas 5 faixas hipsométricas que variam de 200 a 700 metros de altitude (Figura 3). A faixa hipsométrica de 200 a 300 metros de altitude ocupa uma área de 26.337,082 ha, correspondendo a 37,27% do total da área da microbacia. Essas altitudes possuem boas características para a instalação de pisciculturas, como observado por Francisco et al. (2020).

Foram observados na microbacia hidrográfica quatro tipos de solos distintos, sendo eles: Nitossolo Vermelho com 45,80%; Neossolo Regolítico com 28,37%; Latossolo Vermelho com 25,71%, e Gleissolo Háplico com 0,12% do total da área da microbacia, como demonstrado na Figura 4. Os tipos de solos mais adequados para construção de viveiros são os com alto teor de argila, por reduzir a infiltração da água. O que ocorre na microbacia hidrográfica do rio Ocoy.

Quanto ao uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do rio Ocoy, a agropecuária ocupa maior parte da área, com 70,26% do total da microbacia. A segunda maior área encontrada na microbacia hidrográfica foi a área florestal com 20,43%, conforme demonstrado na Figura 5. A área de estudo encontra-se situada na Ecorregião Florestas do Alto Paraná que possui um bioma de mata atlântica, denotando uma área de mata ainda proeminente, na parte leste da microbacia, apesar dos avanços da agricultura (Di Bitetti et al., 2003).

#### 4.2 MORFOMETRIA

A microbacia hidrográfica possui área de 705 km<sup>2</sup> de extensão, o curso principal do rio Ocoy possui 73,41 km de comprimento e comprimento total dos canais totaliza 600 km de extensão. A microbacia do rio Ocoy, de acordo com Conceição Dornellas (2020), possui índices de coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidades, de acordo com a Tabela 2. A microbacia possui forma comprida e com baixa tendência a enchentes, indicando boas características para implantação de pisciculturas.

A densidade de drenagem da microbacia do rio Ocoy foi de 0.88 km/km<sup>2</sup>. Este valor indica baixo escoamento superficial e maior infiltração no solo, de acordo com Raiol et al. (2022). A densidade de drenagem modifica as condições do solo favorecendo a formação de erosões (Júnior et al., 2023). O tempo de concentração é o tempo que leva para um evento hidrológico percorrer toda microbacia, até chegada na foz da bacia (Targa et al., 2023), e este tempo foi calculado em 14h07min para a microbacia.

O índice de sinuosidade dos canais tem sua importância na diferenciação entre canais sinuosos e meandrantes, como definido por Bertolini et al. (2023). A microbacia hidrográfica do rio Ocoy foi considerada sinuosa (Tabela 2) conforme classificação de Romero et al. (2017). O índice de alongamento relaciona a forma da bacia com um retângulo. O comprimento quando considerado estreito diminui a possibilidade de a chuva abranger a totalidade da microbacia hidrográfica, quanto menor este índice, menor o risco de cheia (Santos Alves et al., 2023). A razão de alongamento (0.67) indica que a microbacia é considerada alongada.

A razão de relevo relativo indica que terrenos com baixos valores de relevo relativo possuem uma menor propensão de erosão em relação aos terrenos com maiores valores de relevo relativo Baioni et al. (2023).

#### 4.3 MAPEAMENTO DA HIDROLOGIA, VIVEIROS ESCAVADOS E RODOVIAS

Os viveiros mais observados na microbacia foram da classe I, viveiros de pequeno porte, totalizando 227 viveiros correspondendo a 86.97 % e uma lâmina de água de 24.77 há (55.91%) da lâmina total de água. A Tabela 3 descreve a classificação dos viveiros escavados e as localizações geográficas estão ilustradas na Figura 6, a maioria dos viveiros escavados estão alocados na região central da microbacia. Na área da microbacia hidrográfica do rio Ocoy existem diversas rodovias, dentre elas, a rodovia federal BR - 277, três rodovias estaduais (PR- 495, PR – 497 e PR - 590) e vias vicinais, totalizando 116,64 km de extensão conforme ilustrado na Figura 6.

#### 4.4 PRODUÇÃO PISCÍCOLA DOS MUNICÍPIOS DA MICROBACIA DO RIO OCY

A produção piscícola dos municípios da microbacia hidrográfica do rio Ocoy, no período entre os anos de 2014 e 2023, monitorada pela Produção Pecuária Municipal, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, estão demonstrados na Tabela 4. A tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), espécie mais criada na região, obteve um crescimento constante durante a última década, enquanto as demais espécies perderam espaço e consequentemente diminuíram a produção.

#### 4.4 DESCARGA DE NUTRIENTES PROVENIENTES DOS VIVEIROS ESCAVADOS

Os resultados dos aportes de nutrientes (Nitrogênio Total e Fósforo Total) durante a fase de criação e da despensa demonstraram que a totalidade de viveiros da classe I são responsáveis pela maior descarga de nutrientes na microbacia hidrográfica (Tabela 5). A concentração de N/P encontrado durante a fase de criação foi de 8/1 e na despensa de 4/1. Ambas as concentrações são consideradas baixas. Nutrientes como Nitrogênio e Fósforo, podem transformar-se em elementos limitantes para os ecossistemas aquáticos, podendo estimular processos de eutrofização quando são introduzidos no ambiente e provocando uma diminuição na qualidade dos recursos hídricos, como foi discutido por Macedo e Sipaúba-Tavares (2010). Ambientes que possuam razões de N/P baixas podem ser indicativos de eutrofização podendo propiciar florações de cianobactérias, já que o crescimento de fitoplâncton é dependente da disponibilidade relativa de nitrogênio, proporcionando crescimento de espécies aptas a fixar nitrogênio atmosférico (Vidal Neto, 2013).

### 5 CONCLUSÃO

A microbacia hidrográfica do rio Ocoy possui predominância de relevo suavemente ondulado, na faixa hipsometrica entre 200 e 300 metros, e os índices morfométricos indicam que a microbacia hidrográfica possui condições ambientais adequadas para o desenvolvimento e expansão da piscicultura sustentável em viveiros escavados. A maioria dos viveiros são considerados de pequeno porte, e ocupam a parte central da microbacia, e permitem a expansão da produção, quer seja pelo agrupamento de viveiros ou pela ampliação do número de viveiros de grande porte na microbacia, exigências estas para uma produção agroindustrial voltada para entrepostos de pescado. As concentrações das razões de N/P observadas de 8/1 durante a despensa e de 4/1 são consideradas baixa, mostrando que a atividade piscícola causa baixos impactos para eutrofização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do Paraná 3.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da CAPES, entidade do Governo Brasileiro voltada para a formação de recursos humanos e CERNUP – Centro referência de nutrição e piscicultura.

## REFERÊNCIAS

BERNARDI, LUIZ ANTONIO. Manual de plano de negócios: fundamentos, processos e estruturação. Editora Atlas SA, 2000.

BERTOLINI, W. Z.; LIMA, A. G.; PRINA, B. Z.; BOETTCHER, N. Indicadores morfométricos da bacia da Várzea (RS) como marcadores do desequilíbrio fluvial da paisagem. Revista Brasileira de Geografia Física, 16(6), 3298-3311, 2023.

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.

DA CONCEIÇÃO DORNELLAS, Patricia et al. Análise Morfométrica Da Bacia Do Alto Rio Paraíba, Região Semiárida Do Estado Da Paraíba Morphometric Analyses Of High Paraíba River Basin, Semiárid Region Of Paraíba State. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, n. 3, 2020.

DI BITETTI, M. S.; PLACCI, G.; DIETZ, L. A. Uma visão de Biodiversidade para a Ecorregião Florestas do Alto Paraná – Bioma Mata Atlântica: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação. World Wildlife Fund, Washington, D.C. 2003.

FEIDEN, Aldi et al. A cadeia produtiva da tilápia no oeste do Paraná: uma análise sobre a formação de um arranjo produtivo local. REDES: Revista do Desenvolvimento Regional, v. 23, n. 2, p. 238-263, 2018.

FRANCISCO, H. R.; CORRÊIA, F. A.; 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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais Técnicos em Geociências. Edição 2, Rio de Janeiro, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal de mapas. 2023. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 28 nov. 2023a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Pecuária Municipal 2023. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. 2024.

JÚNIOR, Ariovaldo Machado Fonseca et al. Caracterização Morfométrica das Microbacias Hidrográficas do Parque Estadual Nova Baden, MG. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, n. 3, p. 1263-1271, 2023.

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, v. 15, n. 10, p. 10139-10158, 2023.

KÖPPEN, WLADIMIR.; GEIGER, RUDOLF. KÖPPEN-GEIGER. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. Boletim do Instituto de Pesca, (36): 149-163, 2010.

MACEDO, Humberto Rodrigues et al. 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, v. 24, n. 6, p. 31-43, 2024.

MAPBIOMAS. Coleção 4.1 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. 2022. Disponível em [https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama\\_set\\_language=pt-BR](https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR)

MORSOLETO, Felipe Silva et al. Geographic information system as a tool for assessing ponds and the potential for environmental impact caused by fish farming. Boletim do Instituto de Pesca, v. 48, 2022.

MORSOLETO, Felipe 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, v. 52, n. 4, p. 563-574, 2024.

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

RAIOL, Lucas Lima et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio caripi, zona costeira amazônica. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 5, p. 2354-2370, 2022.

RODERJAN, Carlos Vellozo et al. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. Ciência & Ambiente, v. 24, n. 1, p. 75-92, 2002.

ROMERO, V.; FORMIGA, K. T. M.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo hidromorfológico de bacia hidrográfica urbana em Goiânia/GO, 2017.

SILVA, Gilmar Silvério da et al. Avaliação da qualidade das águas do Rio São Francisco Falso, tributário do reservatório de Itaipu, Paraná. Eclética Química, v. 35, p. 117-122, 2010.

TARGA, Marcelo Santos et al. Aplicação de diferentes equações para cálculo do tempo de concentração em bacias hidrográficas. Revista Técnica Ciências Ambientais, v. 1, n. 7, 2023.

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 Economia Latinoamericana, v. 21, n. 5, p. 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.

VIDAL NETO, F. das C.; FREIRE, E. C de. Melhoramento genético do algodoeiro. 2013.