

Aspectos ambientais e análise temporal das pisciculturas na bacia do rio Jaru, estado de Rondônia

Graciely Oliveira Bezerra^{1*} , Ana Lúcia Denardin da Rosa¹ , Tiago de Oliveira Lima² , Igor David da Costa^{1,3} 

1 Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade Federal de Rondônia (Campus Ji-Paraná), Rua Rio Amazonas, 351 – Jardim dos Migrantes, Ji-Paraná/RO, 76900-726.

2 Universidade Federal de Rondônia (Campus Ji-Paraná), Rua Rio Amazonas, 351 – Jardim dos Migrantes, Ji-Paraná/RO, 76900-726.

3 Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Universidade Federal Fluminense Avenida João Jasbick, s/n, CEP 28.470-000, Santo Antônio de Pádua – RJ, Brasil

*Autor para correspondência: gracielyob@gmail.com

Recebido em 06 de abril de 2022.

Aceito em 28 de novembro de 2022.

Publicado em 30 de novembro de 2022.

Resumo - No Estado de Rondônia constata-se um aumento de atividades aquícolas, onde a piscicultura destaca-se pela elevada produção. Contudo, os efluentes dessa atividade sem prévio tratamento podem ocasionar impactos ambientais na qualidade da água e mudanças dos aspectos ambientais. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar os aspectos ambientais, a evolução temporal das pisciculturas de 2000 a 2020 e analisar a qualidade da água de duas pisciculturas na bacia do rio Jaru, Rondônia, Brasil. Os dados foram obtidos com o Software livre QGIS 2.18.13 e imagem dos satélites LANDSAT 5 e 8, bem como, através de análises da água de duas pisciculturas. Na análise da evolução temporal das APP dos rios foi identificada déficit de vegetação, apresentando 5,7% de supressão. Além disso, foi encontrado 56,6 hectares de construções de pisciculturas em APP, possivelmente utilizadas como pisciculturas. O resultado do parâmetro DBO da piscicultura de pequeno porte (PP) está em desacordo com as resoluções CONAMA nº 357/2005 e a CONAMA nº 430/2011, pois apresentou valores superiores ao descrito pela resolução. Desta forma, esta pesquisa contribui com os objetivos 06 e 12 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fortalecendo pesquisas e procedimentos gerenciais adequados, redução da poluição e minimização do uso de produtos químicos.

Palavras-chave: Produção de peixe. Qualidade da água. Segurança hídrica.

Environmental aspects and temporal analysis of fish cultures in the Jaru river basin, Rondônia state

Abstract - In the State of Rondônia there is an increase in aquaculture activities, where fish farming stands out for its high production. However, effluents from this activity without prior treatment can cause environmental impacts on water quality and changes in environmental aspects. Thus,

the objective of this study was to analyze the environmental aspects, the temporal evolution of fish farms from 2000 to 2020 and to analyze the water quality of two fish farms in the Jaru river basin, Rondônia, Brazil. The data were obtained with the free software QGIS 2.18.13 and images from the LANDSAT 5 and 8 satellites, as well as through analysis of the water of two fish farms. In the analysis of the temporal evolution of the APP in the rivers, a deficit of vegetation was identified, with 5.7% of suppression. In addition, 56.6 hectares of water dam constructions were found in APPs, possibly used as fish farms. The result of the BOD parameter for small fish farming (PP) is in disagreement with CONAMA resolutions nº 357/2005 and CONAMA nº 430/2011, as it presented values higher than those described by the resolution. In this way, this research contributes to goals 06 and 12 of the Sustainable Development Goals (SDGs), strengthening research and adequate management procedures, reducing pollution and minimizing the use of chemical products.

Keywords: Fish production. Water quality. Water security.

Aspectos ambientales y análisis temporal de los cultivos de peces en la cuenca del río Jaru, estado de Rondônia

Resumen - En el estado de Rondônia hay un aumento de las actividades acuícolas, donde la piscicultura se destaca por su alta producción. Sin embargo, los efluentes de esta actividad sin tratamiento previo pueden causar impactos ambientales en la calidad del agua y cambios en los aspectos ambientales. Así, el objetivo de este estudio fue analizar los aspectos ambientales, la evolución temporal de las piscigranjas de 2000 a 2020 y analizar la calidad del agua de dos piscifactorías en la cuenca del río Jaru, Rondônia, Brasil. Los datos se obtuvieron con el software libre QGIS 2.18.13 e imágenes de los satélites LANDSAT 5 y 8, así como mediante análisis del agua de dos piscifactorías. En el análisis de la evolución temporal de la APP en los ríos, se identificó un déficit de vegetación, con un 5,7% de supresión. Además, se encontraron 56.6 hectáreas de construcciones de presas de agua en las APP, posiblemente utilizadas como piscigranjas. El resultado del parámetro DBO para piscicultura menor (PP) está en desacuerdo con las resoluciones CONAMA nº 357/2005 y CONAMA nº 430/2011, ya que presentó valores superiores a los descritos por la resolución. De esta forma, esta investigación contribuye a las metas 06 y 12 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fortaleciendo la investigación y los procedimientos adecuados de gestión, reduciendo la contaminación y minimizando el uso de productos químicos.

Palabras clave: Producción pesquera. Calidad del agua. Seguridad hídrica.

Introdução

De acordo com Xavier (2013) as atividades produtivas desenvolvidas na área rural podem influenciar na qualidade dos recursos hídricos. Uma das atividades que está em pleno desenvolvimento é a piscicultura, sendo está definida. Esta é definida como a criação ou cultivo de peixes e se enquadra

como uma especialidade da aquicultura (Lopes 2018). No Brasil, a produção de peixes oriundos da piscicultura teve um crescimento de 45,4%, atingindo cerca de 841.005 toneladas de peixes no ano de 2021 (Peixe BR 2022). Dentre os peixes nativos, o Tambaqui (*Collossoma macropomum*, Cuvier 1818) é a principal espécie em termos de produção e comercialização. Entre os maiores produtores, Rondônia continua sendo o maior produtor de peixes nativos (65.000 t), seguido do Mato Grosso (42.000 t), Maranhão (40.800 t), Pará (24.900 t) e Amazonas (21.500 t) (PEIXE BR 2020). Neste contexto, dado o aumento exponencial da produção a cada ano, o Estado de Rondônia vem se destacando como o maior produtor de nacional de tambaqui (PEIXE BR 2020).

Os sistemas de produção da aquicultura atual estão baseados em três pilares: a produção lucrativa ou econômica, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento social, o que justifica que para haver lucros na produção é necessária a preservação ambiental (Xavier 2013). O desenvolvimento sustentável é a forma inteligente e responsável de utilização dos recursos naturais, não prejudicando o valor econômico do bem natural para as futuras gerações (Borges et al. 2013).

A produção de peixes é inteiramente dependente do ecossistema no qual está inserida, uma vez que os peixes vivem em contato direto com o meio aquático, por isso, estes são afetados pelas mudanças causadas por diferentes agentes físicos, químicos e biológicos. Uns desses agentes são os agrotóxicos aplicados em lavouras, onde a dispersão destes atinge diversos compartimentos dos corpos hídricos (Morais et al. 2021; Morro e Schnitzler 2021).

A piscicultura é uma atividade que quando não realizada corretamente pode apresentar grandes impactos ambientais aos recursos hídricos (Cardoso et al. 2020). Dessa forma, essa atividade necessita de mais estudos e técnicas para controle e medidas de mitigação de impactos ambientais (EMBRAPA 2013). Neste sentido, os modelos de gestão integrada permitem o controle e gerenciamento dos recursos naturais de maneira eficiente, tendo em vista todas as ações antrópicas exercidas numa bacia (Paiva Batista-Matos et al. 2021).

Destacamos que a conservação da Área de Preservação Permanente (APP), tem tomado evidência pela importância na proteção de recursos hídricos (Valle Júnior et al. 2010). A Área de Preservação Permanente é considerada pelo Código Florestal Brasileiro lei 12.651/2012 como reservas ecológicas e que possuem a finalidade de reduzir os impactos acarretados pela ação natural e humana ao meio ambiente (Neto 2021). Com isso, a preservação das margens de rios e nascentes são de grande importância, atuando contra o transporte de sedimentos para os cursos d'água, na redução do escoamento superficial e na preservação da fauna e flora (Neto 2021).

Segundo Boyd et al. (2020), os efluentes das pisciculturas são semelhantes aos efluentes domésticos, estes em grandes quantidades podem provocar elevada geração de biomassa, aumento da amônia e fósforo, contribuindo para o crescimento de plantas aquáticas e, conseqüentemente para eutrofização. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi analisar os aspectos ambientais aos quais as pisciculturas estão inseridas, a evolução temporal do desenvolvimento de pisciculturas e a análise da qualidade de água de duas pisciculturas na bacia do rio Jaru, Rondônia, Brasil.

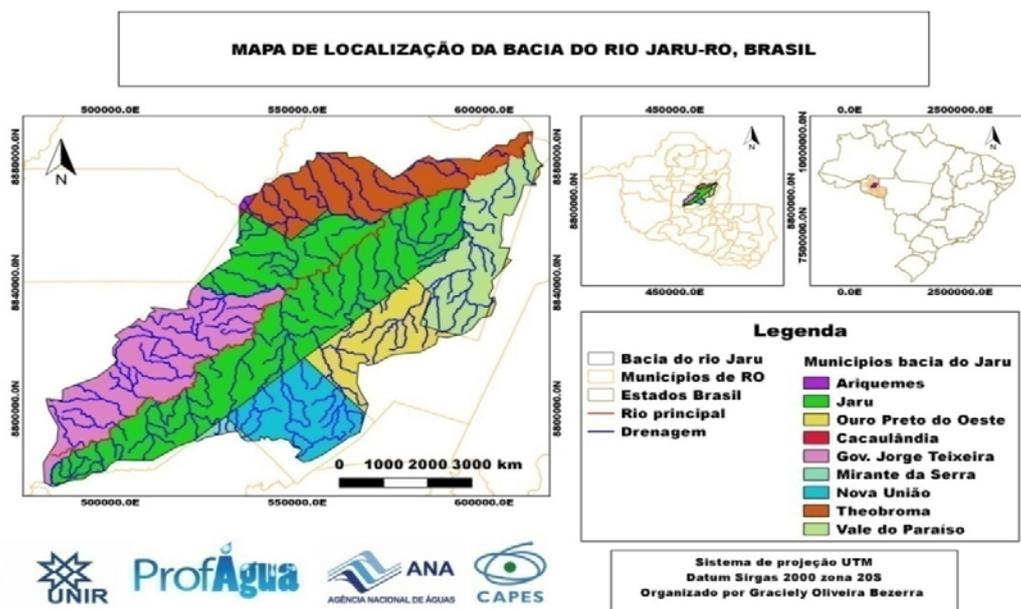
Material e métodos

Área de estudo

A bacia do rio Jaru está localizada no Estado de Rondônia, esta é dividida em alto rio Jaru e baixo rio Jaru. A bacia do rio Jaru apresenta uma área 7.271,05 km² e seu curso principal segue direção

geral sudoeste-nordeste desaguardo no rio Machado (Pagani 2017). Os municípios Governador Jorge Teixeira, Ariquemes, Theobroma, Cacaulândia, Ouro Preto do Oeste, Vale do Paraíso, Mirante da Serra e Nova União fazem parte da bacia do rio Jaru (IBGE 2017) (Figura 1).

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Jaru, Estado de Rondônia



Fonte: Elaborado por Graciely Oliveira Bezerra com dados do IBGE (2017).

O clima na região da bacia de Jaru é do tipo equatorial úmido, com média de temperatura maior que 18°C em todo o ano (IBGE 2002). O período chuvoso está compreendido entre os meses de dezembro a fevereiro e o período seco entre os meses de junho a agosto (Franca 2015). O relevo nesta região é pouco variado sendo mais característico o de planície com baixas altitudes e poucas depressões. A bacia do rio Jaru é composta por vegetação típica floresta ombrófila aberta com cipós e palmeiras, com maior influência de área de pastagem para uso da pecuária (IBGE 2006).

Caracterização dos aspectos ambientais por morfometria e NDVI

Foram realizados estudos morfométricos para caracterização dos aspectos ambientais da bacia através de fórmulas matemáticas e Qgis 2.18 conforme (Tabela 1).

Tabela 1. Dados para a caracterização morfométrica da bacia do rio Jaru, Estado de Rondônia

Parâmetros	Análise
Área:	Qgis 2.18 + calculadora de campo+ área
Perímetro:	Qgis 2.18 + calculadora de campo+ perímetro
Comprimento axial da bacia:	(Lopes et al. 2018) $Sin = \frac{L}{LT}$

Parâmetros	Análise
Coefficiente de compacidade (Kc)	(Lopes et al. 2018) $k_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$
Extensão do Rio Principal:	Qgis 2.18 + calculadora de campo+ soma
Índice de Conformação:	$Ic = \frac{L}{A}$
Fator de Forma: (Leito principal)	(Tucci, 1993) $kF = \frac{A}{L^2}$
Sinuosidade (%):	(Lopes et al. 2018) $Sin = \frac{L}{LT}$
Ordem da Bacia:	Strahler (1952)
Declividade média do Rio Principal:	Qgis 2.18 + modelo de elevação (MDE) + identificar feições.
Altitude Máxima da bacia:	Qgis 2.18 + modelo de elevação (MDE) + identificar feições.
Altitude Mínima da bacia:	Qgis 2.18 + modelo de elevação (MDE) + identificar feições.

Para avaliação dos parâmetros morfométricos da bacia do rio Jaru foram utilizados valores de referência descrito por Souza et al. (2017) (Quadro 1).

Quadro 1. Valores de referência para morfometria na bacia do rio Jaru, Estado de Rondônia

REFERÊNCIA	PARÂMETRO
Sinuosidade - Is: Mansik kaniemi (1970)	I = muito reto (< 20%) II= reto (20,0 - 29,9%) III = divagante (30,0 - 39,9%) IV = sinuoso (40,0 - 49,9%) V = muito sinuoso (>50,0%)
Índice de compacidade - Kc	1,00 - 1,25: bacia com alta propensão a grandes enchentes; 1,25 - 1,50: bacia com tendência mediana a grandes enchentes; > 1,50: bacia não sujeita a grandes enchentes;
Fator forma - Ff	1,00 - 0,75: sujeito a enchentes; 0,75 - 0,50: tendência mediana; < 0,50: não sujeito a enchentes;
Índice de Conformação - IC	Quanto mais próximo de 1,0, maior a propensão a enchentes, pois a bacia fica cada vez mais próxima de um quadrado

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2017)

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) da bacia do rio Jaru, foi elaborado utilizando o *Software* QGIS 2.18.24 aplicando o uso de duas bandas dos satélites LANDSAT5-TM e LANDSAT8-OLI considerando imagens dos períodos de julho dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, em escala temporal de acordo com o padrão de análise do uso e ocupação do solo. Depois foi realizado o recorte para área de delimitação da bacia hidrográfica do rio Jaru, *buffer* de distância fixa de 15 m da delimitação da APP dos principais rios e *shapefile* da delimitação das pisciculturas da

bacia. Neste processo são utilizadas duas bandas espectrais de imagens de satélite, sendo o vermelho e o infravermelho próximo, onde o cálculo é realizado conforme a equação (1):

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \text{ equação (1)}$$

Onde:

NIR = Reflectância da vegetação na banda do infravermelho próximo

R = Reflectância da vegetação na banda do vermelho

As bandas e sensores seguem descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Bandas utilizadas para a elaboração do NDVI

Sensores/Composição	R	NIR
LANDSAT5-TM	Banda 3	Banda 4
LANDSAT8-OLI	Banda 4	Banda 5

Fonte: Adaptado de Mendonça et al (2020).

O NDVI é representado por valores que variam de -1 a 1, em que os valores próximos a zero representam áreas não vegetadas, menor que zero presença de nuvens ou água, e próximo a 1 presença de vegetação densa (Mendonça 2020).

Com o buffer de distância fixa foi possível realizar o recorte do NDVI para indicar os índices das classes para avaliação dos impactos relacionados à vegetação em Áreas Preservação Permanente dos principais rios da bacia do rio Jaru.

Para determinar os valores quantitativos de piscicultura em leito de rio ou em APP foi utilizado Qgis 2.18 ferramenta vetor seguida da opção processamento e recorte. Foi recortado *shapefile* das áreas de pisciculturas sobre *shapefile buffer* da APP.

O cálculo das áreas recortadas do NDVI para áreas de piscicultura e para a APP de distância fixa de 15 m foi realizado através do processamento *Software* QGIS 2.18.24, em que foi calculado em km² os pixels, primeiro momento de classificação usando a ferramenta r. recode e depois para cálculo da área o r. report.

Quantificação das pisciculturas na bacia do rio Jaru

Foi realizada uma consulta junto a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER-RO) e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-RO), para identificação da existência das possíveis pisciculturas. Em seguida foi utilizada a ferramenta Quick Map Services (Google satélite imagens de 2015) do *Software* QGIS 2.18.24 para delimitar essas áreas e determinar a localização das possíveis pisciculturas na bacia do rio Jaru. Para atualizar às áreas para o ano mais atual foi usado as ferramentas Google Earth Pro e imagem de satélite LANDSAT8 do ano de 2020. Dessas áreas foram selecionadas duas pisciculturas para estudo da qualidade da água e avaliação dos aspectos ambientais que as mesmas estão inseridas.

As amostragens de água das pisciculturas foram realizadas em novembro de 2020 (período de transição seca/chuva) e em junho de 2021 (período seco) em dois empreendimentos, um de pequeno porte (PP) (~5 hectares) e uma de médio porte (MP) (~5 a 50 hectares). As amostras de água foram coletadas a montante (P1) do viveiro, no viveiro (P2) e a jusante do viveiro (P3) em cada piscicultura.

As coletas de água em cada piscicultura foram realizadas a montante (P1) e a jusante (P3) do viveiro, bem como no interior do mesmo (P2), onde há cultivo de peixes, sendo analisados os parâmetros descritos na Tabela 3. As análises foram realizadas no Laboratório de Limnologia e Microbiologia (LABLIM) do Departamento de Engenharia Ambiental (DEA) da Universidade Federal de Rondônia (UNIR) e comparadas com a CONAMA nº 413 de 26 de junho de 2009 (Brasil 2009).

Tabela 3. Parâmetros e métodos utilizados no procedimento de coleta e análise da água.

PARÂMETROS	UNIDADE	MÉTODO	REFERÊNCIA
Temperatura	(°C)	Sonda multiparâmetro (AKSO AK88)	
Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (2011).			
Turbidez	(uT)	Turbidímetro portátil (HACH modelo 2100 P)	
Transparência	cm	Disco de Secchi	<i>Standard of Methods for the Examination of Water and Wasterwater-</i> (APHA 2015)
Potencial Hidrogeniônico	(Adimensional - °C)	Sonda multiparâmetro (AKSO AK88)	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (2011).
Oxigênio Dissolvido	(mg/l)	Winkler (APHA 2015)	
Demanda Bioquímica de Oxigênio	(mg/l)	Indofenol e ácido Ascórbico	
Condutividade da água	(µS/cm)	Multiparâmetro (AKSO AK88)	
Amônia	(mg/l)	Método espectrofotométrico	
Nitrato	(mg/l)	Método espectrofotométrico	
Nitrito	(mg/l)	Método espectrofotométrico	
Fósforo	(mg/l)	Método espectrofotométrico	
Fósforo dissolvido	(mg/l)	Método espectrofotométrico	
Clorofila a	(µg/.l)	Etanol 95%	Pereira (2011)

O diagnóstico dos impactos ambientais foi baseado no Novo Código Florestal Brasileiro lei 12.651 de 25 de maio de 2012, que determina normas sobre a proteção da vegetação em APP e também baseado nas normas da coordenadoria de recursos hídricos e de licenciamento ambiental da SEDAM, que determina normas para fiscalização, regularização, construção, ampliação dos empreendimentos, no que tange os processos de licenciamento ambiental. Os dados obtidos das amostras de análise de

água foram comparados com as legislações, à resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, e resolução nº 430 de 2011 que complementa e altera a resolução nº 357/2005.

Resultados e discussão

A caracterização dos aspectos morfométricos da bacia do rio Jaru estão na Tabela 4. Os valores do índice de conformação (1,55) e o fator de forma (0,25) da bacia hidrográfica do Jaru indicam que a bacia não está sujeita a grandes inundações. Tucci (1993) descreve o fator de forma como sendo a relação entre a área da bacia e o comprimento axial, e que valores encontrados entre 1,00 e 0,75 não são propensos a grandes enchentes.

A bacia do rio Jaru tem área de 7291.264 km² e o rio Jaru é um corpo hídrico de quarta ordem. Quanto mais bifurcação e hierarquia dos cursos d'água (ordem) maior é a propensão à ocorrência de cheias (Elesbon et al. 2011).

Tabela 4. Dado da caracterização morfométrica da bacia do rio Jaru, Estado de Rondônia.

Área	7291,2 km ²
Perímetro	475 km
Comprimento axial da bacia	169 km
Extensão do Rio Principal	227 km
Índice de Conformação	1,55 bacia não sujeita a grandes enchentes
Fator de Forma (Leito principal)	0,25 não sujeito a enchentes
Sinuosidade (%)	13,43% (< 20%) muito reto
Ordem da Bacia	4
Declividade média do Rio Principal	0,002 m/m
Altitude Máxima da bacia	437 m
Altitude Mínima da bacia	110 m

Resultados do NDVI e Caracterização de impactos ambientais

A análise temporal do uso do solo na bacia do rio Jaru indicou modificações nos índices de NDVI durante os anos analisados, sendo observada diminuição nos índices de NDVI para camada da vegetação, o que indica a supressão da mesma e aumento nos índices para camada de solo exposto e água ao longo dos anos (Figura 2, Tabela 5).

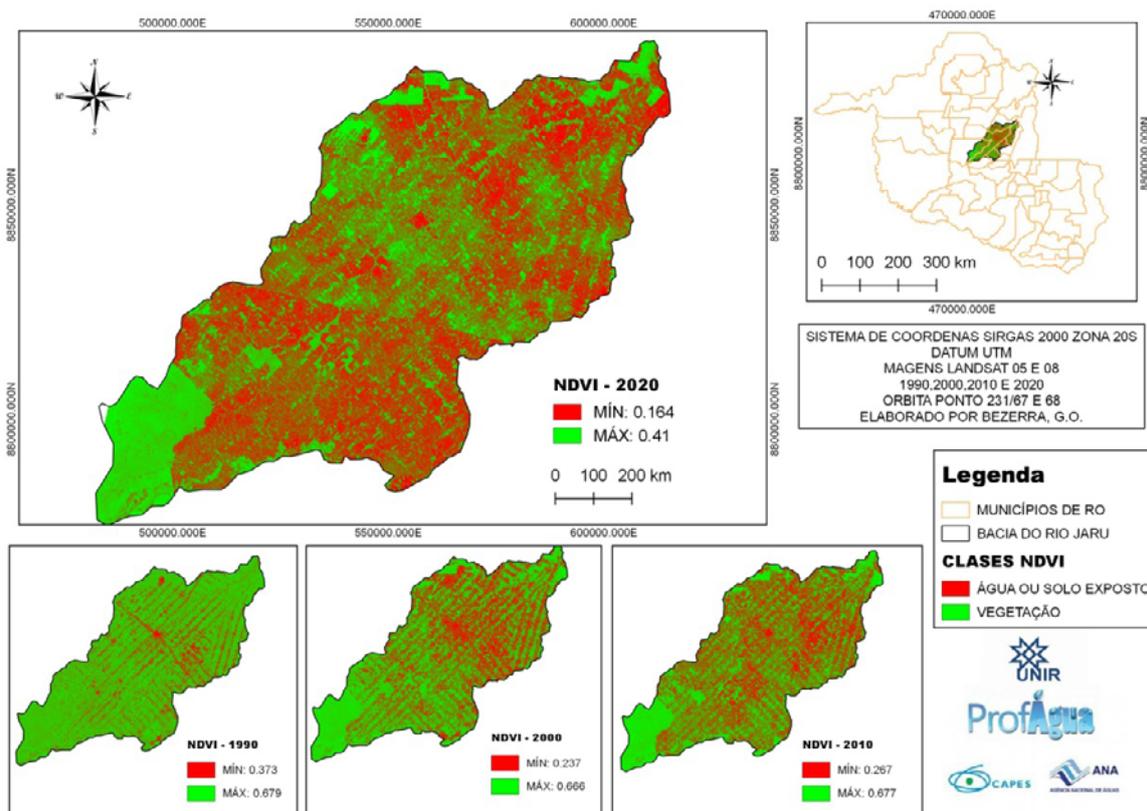
De acordo com Miranda (2020) na região amazônica as áreas desmatadas totalizaram 7.037 km² ou 703.732 ha em 2018, os estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia concentraram 75% dos desmatamentos. Para Gonçalves et al. (2013) as imagens do satélite LANDSAT podem ser úteis não só para levantamentos em pequena escala, mas também para mapeamentos detalhados, o NDVI contribui com a avaliação da cobertura vegetal, podendo ser utilizado no monitoramento ambiental.

No ano de 1990 a bacia do rio Jaru apresentou índice de NDVI de (0,679) para a camada vegetal, valor superior aos demais anos, assim como para camada de solo exposto ou água que apresentou o índice de NDVI de (0,373).

Para os anos de 2000 e 2010 é possível identificar índices de NDVI próximos, sendo em 2000, o índice de NDVI de 0,237 para camadas solo exposto ou água, e 0,666 para camada de vegetação. Em 2010, foram identificados valores de NDVI de 0,267 para áreas de solo exposto ou água e 0,677 para camada vegetal, diferença entre 0,03 no índice de NDVI para a camada solo exposto ou água e 0,011 camada de vegetação, entre décadas de 2000 a 2010. Os índices de NDVI para essa década podem ser reflexos da expansão e a ocupação de Rondônia.

Os resultados indicam que a bacia hidrográfica do rio Jaru está em constante expansão da ocupação do solo, com índices de NDVI de 0,373 para o ano de 1990 e 0,164 em 2020, indicando aumento de áreas não vegetadas que podem ser caracterizados por água, área urbana ou solos expostos. Também é possível destacar severas diminuições nos percentuais de cobertura florestal com índices de NDVI de 0,679 em 1990 e 0,410 em 2020, possibilitando dizer que áreas de vegetação estão diminuindo sua densidade, uma vez que valores de NDVI próximo a 1 indicam presença de vegetação densa.

Figura 2. Classificação NDVI da bacia hidrográfica do rio Jaru para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020



Esse mesmo comportamento no NDVI é apresentado por Santana et al. (2020) que estudaram a bacia hidrográfica do rio Mororó, em Jaru. Os autores expuseram que partir de 1990, a redução da vegetação foi contínua e que a partir de 1985 a supressão de áreas de preservação permanente, principalmente matas ciliares, foi mais intensa.

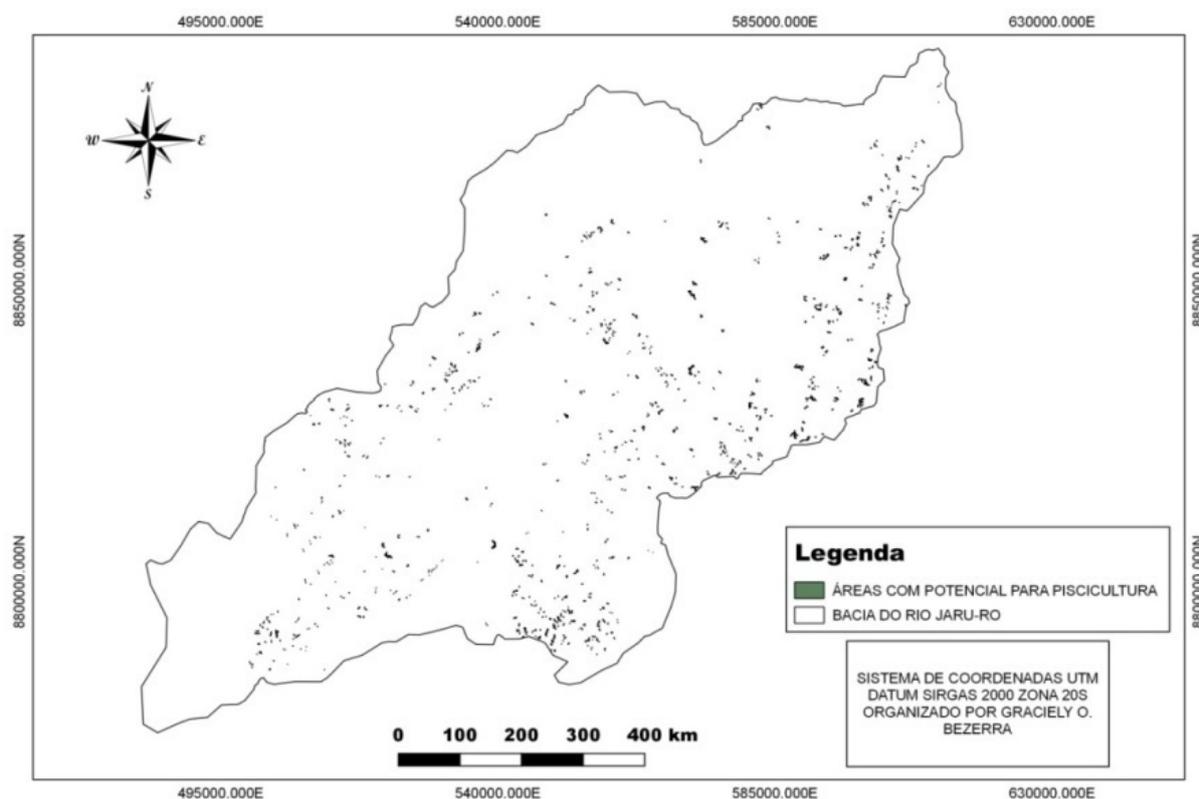
Tabela 5. Classificação NDVI para bacia hidrográfica do rio Jaru a longo dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020

Classes NDVI	1990	2000	2010	2020
Água ou solo exposto	0,373	0,237	0,267	0,164
Vegetação	0,679	0,666	0,667	0,410

Resultado do levantamento da quantidade de pisciculturas na bacia do rio Jaru

Em relação à quantificação das pisciculturas, foi possível quantificar na bacia do rio Jaru, até no ano de 2020 um total de 859 pisciculturas (Figura 3).

Figura 3. Caracterização de áreas localizadas na bacia do rio Jaru, Estado de Rondônia com potencial para atividades de pisciculturas



Um total de 799 (92,6%) áreas com potencial para pisciculturas são classificadas como de pequeno porte, com área média de lâmina d’água de 1 a 5 hectares, 60 (7,4%) são de médio porte com área média de lâmina d’água de 5 a 50 hectares e não foram identificadas empreendimentos de grande porte na referida bacia até o ano de 2020 (Tabela 6).

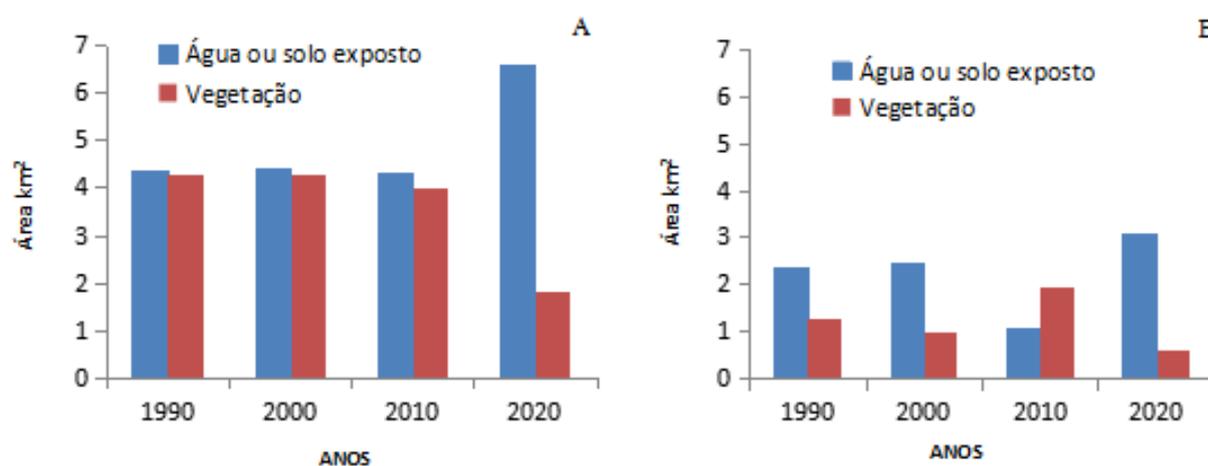
Tabela 6. Número de pisciculturas na bacia do rio Jaru, Estado de Rondônia, quanto ao porte, segundo a Resolução Federal CONAMA nº 413 de 26 de junho de 2009

Porte do empreendimento	Número de pisciculturas	Área total de produção (ha) (Espelho d'água)	Percentual (%) Números de Pisciculturas	Percentual (%) Área de produção
Pequeno < 5 há	739	894,7	92,6	70
Médio 5 a 50 há	60	380,2	7,4	30
Grande > 50 há	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica

Segundo Duran (2021) esses piscicultores precisam de orientação técnica visando produtividade, com minimização de impactos ambientais e menores custos.

A piscicultura no estado de Rondônia cresceu mais de 300%, mobilizou cerca de 2.600 produtores, destacando-se entre as três principais atividades do agronegócio rondoniense. Segundo PEIXE BR (2020), tal fato pode estar ligado aos resultados encontrados na diminuição da camada de vegetação densa, conforme pode ser observado na (Tabela 5).

Outro fator importante, que pode explicar a diminuição da vegetação densa, foi o processo de colonização e exploração agropecuária que levaram a transformações da paisagem e estão intimamente relacionadas aos programas governamentais de desenvolvimento e colonização executados nos últimos 50 anos (Ferronato 2016). Também é possível notar pela (Figura 4) que as áreas de alagamento de 1 a 5 hectares foram as mais ampliadas ao longo do tempo com maior expansão entre a década 2010 e 2020, semelhante às pisciculturas de médio porte.

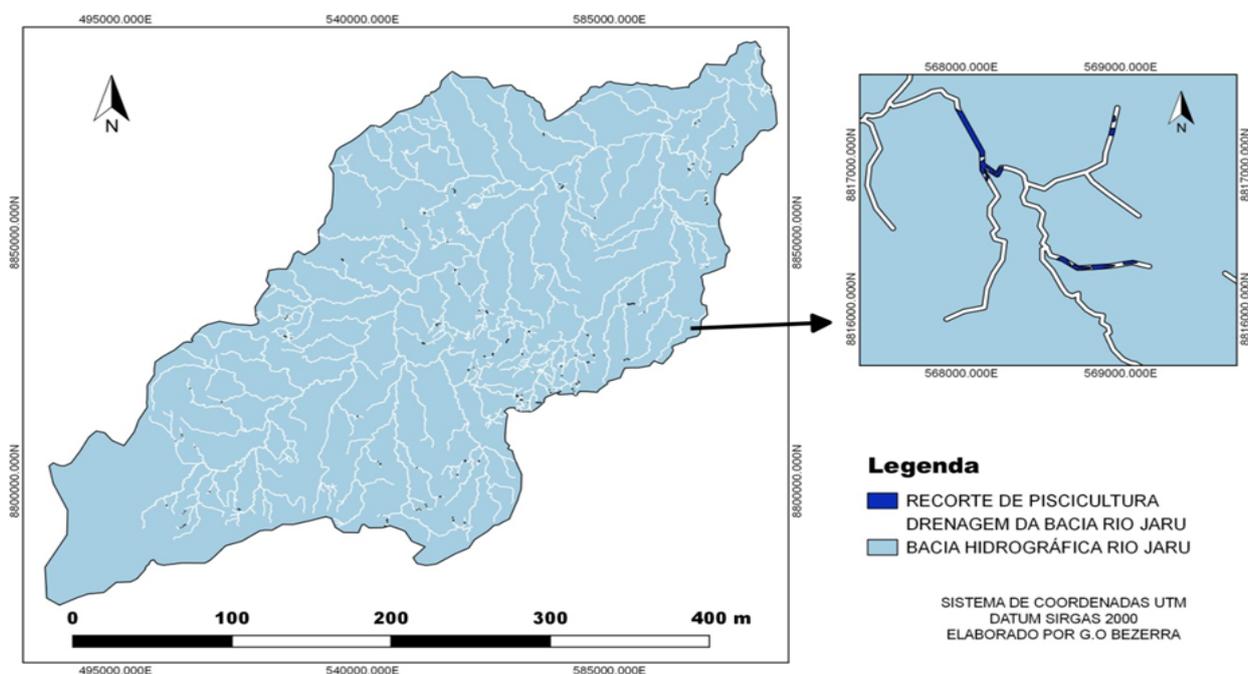
Figura 4. Evolução temporal de áreas (km²) de pisciculturas na bacia do rio Jaru, estado de Rondônia. A) Áreas de pequeno porte, B) Áreas de médio porte.

É importante ressaltar que na bacia do rio Jaru apresentou no ano de 2020 um total de 56,6 hectares 0,56 km² de construções de pisciculturas em APP, que possivelmente são utilizadas como pisciculturas (Figura 5).

Para a construção da piscicultura é necessário o uso de maquinários que mudam o cenário tanto da vegetação quanto do solo. Situação que finda por agredir o meio ambiente, causando assim danos nocivos à vegetação (Vieira 2018). Esses impactos podem alterar a qualidade da água tornando os corpos hídricos receptores susceptíveis à contaminação pelo escoamento superficial, processos de lixiviação de material orgânico, agrotóxico e outros químicos utilizados na pecuária e agricultura (Mallasen 2012).

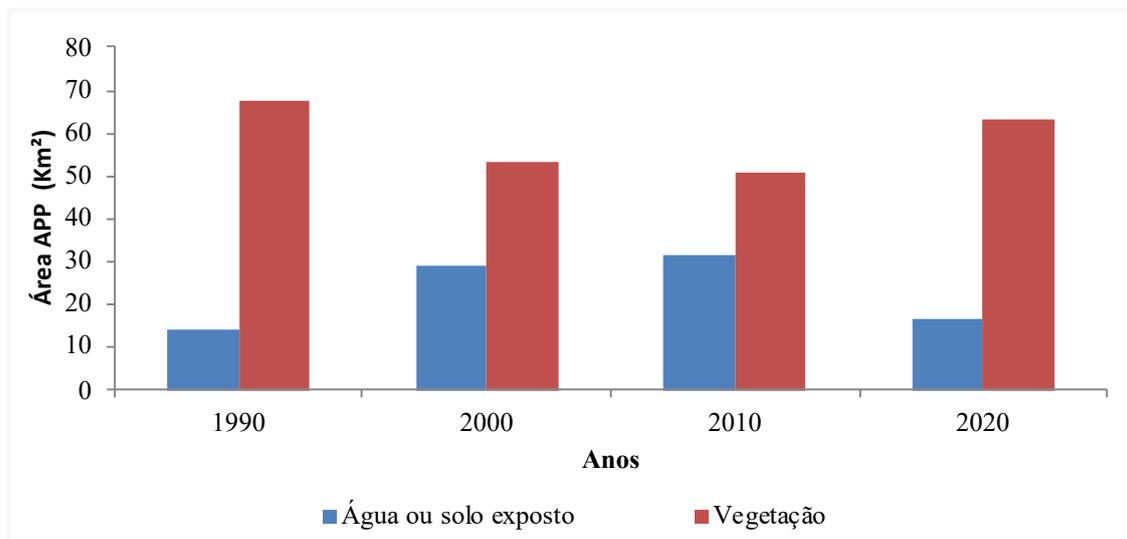
As APPs são protegidas e a vegetação devem ser mantidas, a fim de garantir a preservação dos recursos hídricos e, conseqüentemente, o bem-estar (Garcia e Longo 2020). Conforme a lei Estadual nº 3437 de 9 de setembro de 2014 é crime destruir, danificar ou suprimir floresta para construções de reservatórios d'água, represas, açudes e tanques usados na atividade de aquicultura sem a licença da SEDAM.

Figura 5. Identificação de construções de pisciculturas em leito dos principais rios da bacia hidrográfica do rio Jaru, estado de Rondônia



Através do recorte da APP para o NDVI da bacia do rio Jaru, considerando imagens dos períodos de julho dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020 foi possível calcular a evolução temporal do uso do solo ao longo dos anos (Figura 6).

Figura 6. Evolução temporal de uso e ocupação nas áreas APP (km²) dos principais rios da bacia hidrográfica do rio Jaru, considerando buffer de distância fixa de 15 m.



No que trata o gráfico relacionado ao déficit de vegetação em áreas de APP (Figura 6), ao longo do tempo é possível notar um aumento de áreas de água e solo exposto entre 1990 a 2000 passando de 14,0 km² para 28,8 km² para água e solo exposto, respectivamente, e 67,3 km² para 53,1 km² para vegetação, indicando a ocorrência de supressão da vegetação em áreas de APP e aumento da visibilidade da água, este dado pode estar relacionado com a ocupação da região e do desmatamento no Estado de Rondônia.

Esse panorama se modificou ao longo dos anos, principalmente de 2010 a 2020 passando de 31,3 km² para 16,7 km² de água e solo exposto e 50,9 km² para 63,4 km² de vegetação, o que pode estar relacionado com processos de assoreamento dos rios e também com as mudanças de legislação como o novo código florestal. A supressão das matas ciliares pode influenciar o regime hidrológico, acarretar danos à estabilidade das APPs, que tem função de proteger os corpos d'água, sendo um importante indicador de qualidade ambiental em uma bacia (Silva et al. 2016).

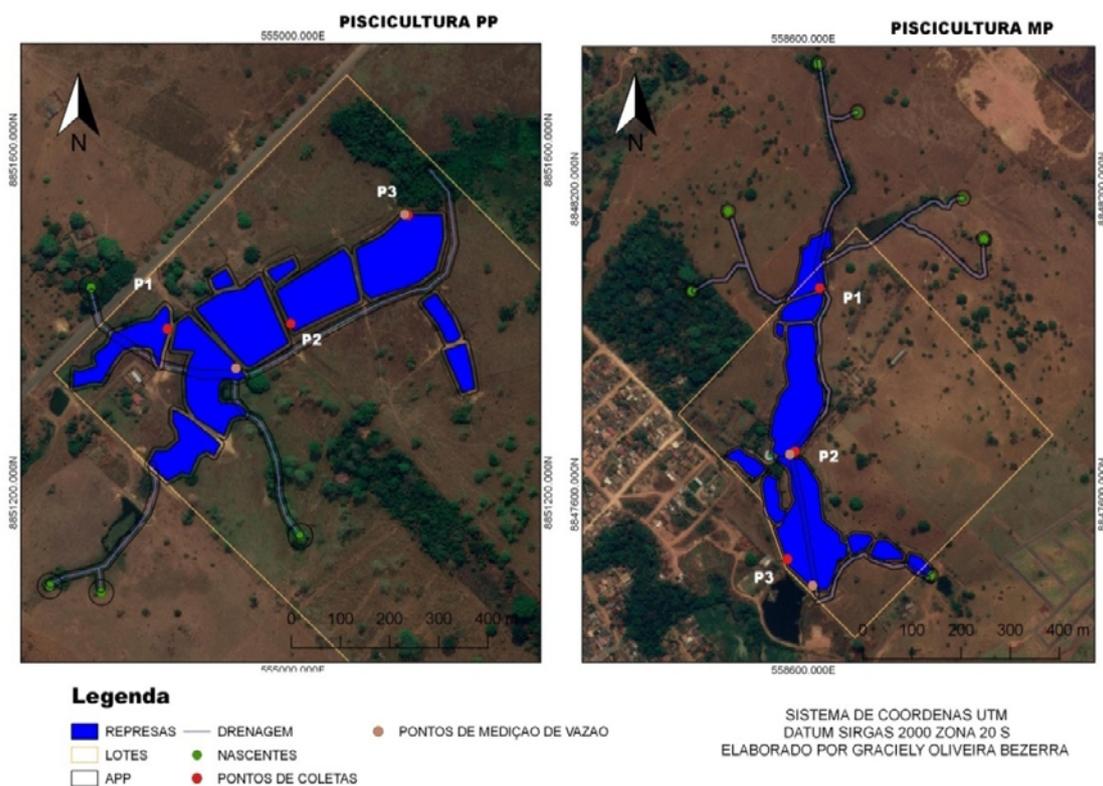
Qualidade da água

As pisciculturas analisadas apresentam características físicas semelhantes. Nos viveiros escavados a construção não segue um projeto arquitetônico técnico, e cada viveiro tem tamanhos diferentes (Figura 7). Dessa forma, a piscicultura de pequeno porte apresentou área média de 3,32 hectares ou 0,03 km² e a de médio porte 5,53 hectares ou 0,05 km², estas seguiramna maioria das vezes a uniformidade do terreno. A profundidade dos viveiros é de 1,5 m a 2 m.

A distribuição de água nas pisciculturas é feita pelo efeito cascata, onde a água captada passa de um viveiro para o outro por gravidade. Conforme estudo realizados por Macedo e Sipaúba-Tavares (2010) as interações em ambientes aquáticos de efeito cascata podem determinar a produção e composição da comunidade fitoplanctônica, além de mudanças espaciais e temporais na composição de espécies. Os sistemas em cascata não são indicados pois piora a qualidade da água nos demais viveiros e promove a disseminação de doenças (Wang et al. 2016).

O sistema de drenagem é realizado por canos de 100 a 150 mm de diâmetro e monges com canos para controle do volume de água. A água excedente proveniente de eventos de chuva é direcionada para um leito que desagua no igarapé mais próximo, conseqüentemente chegando até o rio Jaru.

Figura 7. Caracterização das pisciculturas estudadas na bacia do rio Jaru, sendo pequeno porte PP e médio porte MP, e os pontos identificados por jusante P1, viveiro P2 e montante P3



Os corpos d’água superficial foram classificados como classe dois (CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011) sendo utilizada como referência para esses parâmetros descritos em média e desvio padrão conforme dados (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados das variáveis limnológicas da piscicultura de pequeno porte (PP) e de médio porte (MP) localizadas na bacia hidrográfica de Jaru, Estado de Rondônia.

Parâmetros	**Ref	Piscicultura PP			*M PP ± DP	Piscicultura MP			*M MP ± DP
		P1	P2	P3		P1	P2	P3	
Temperatura (°C)	--	30,9	31,5	32,0	31,4 ± 0,55	28,6	30,0	30,2	29,6 ± 0,87
pH (Adimensional - °C)	5 a 9	7,0	7,1	7,0	7,0 ± 0,0	6,9	6,8	6,80	6,8 ± 0,0
Turbidez (µT)	100	16,0	26,1	29,9	24,0±7,18	39,4	28,5	27,1	31,6 ± 6,73
Transparência	--	45,0	42,0	34,0	40,3±5,68	39,0	45,0	38,5	39,6 ± 3,61

Parâmetros	**Ref	Piscicultura PP				Piscicultura MP			
		P1	P2	P3	*M PP ± DP	P1	P2	P3	*M MP ± DP
Condutividade elétrica (µS/cm)	--	68,9	70,2	69,2	69,4 ± 0,68	72,8	106	99,4	92,7 ± 17,58
DBO ₅ (mg/L)	5	5,79	6,72	7,36	6,62±0,78	3,53	7,23	4,82	5,19 ± 1,87
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	5	8,36	9,51	8,94	8,93±0,57	5,54	9,02	5,3	6,62±2,082
Fósforo Total (mg/L)	0,1	0,05	0,11	0,15	0,10±0,10	0,06	0,16	0,152	0,12±0,05
Fósforo Dissolvido (mg/L)	--	0,02	0,02	0,02	0,02±0,00	0,01	0,02	0,02	0,02±0,057
Nitrato (mg/L)	10	<1	<1	<1	<1±0	<1	<1	<1	<1±0
Nitrito (mg/L)	1	<1	0,00	<1	0,00±0	<1	0,01	0,06	0,02±0,03
Amônia (mg/L)	1,5	0,03	0,03	0,22	0,09±0,10	0,26	0,64	0,10	0,33±0,28
Clorofila a (µg/L)	30	<1	0,02	0,02	0,01±010	0,00	0,01	0,02	0,00±0,00

*DP- Desvio padrão

*M- média; **Resolução CONAMA nº 357 de 17 março de 2005 e Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011.
P1 = média Montante, P2 = média viveiro e P3 = média jusante

As médias de temperatura nas pisciculturas de pequeno porte estudadas para P1, P2, e P3 foram respectivamente de 30,9; 31,5; 32,0 °C tendo uma média geral de 31,4 °C, e para a piscicultura de MP as médias dos pontos P1, P2 e P3 foram de 28,6; 30,0; 30,2 °C e sua média geral de 29,6 °C. Conforme a resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 os valores ideais para temperatura é abaixo de 40 °C. Para Rebouças et al. (2014) os valores de temperaturas da água da piscicultura deve estar entre 25 e 32 °C auxiliando no crescimento dos peixes e no consumo do alimento, dessa forma quanto maior a absorção menor a perda de nutrientes proveniente dos alimentos. Segundo Leira et al. (2017) a temperatura em 30°C, os organismos daquele ambiente decompõem rapidamente a matéria orgânica aumentando o consumo de oxigênio.

Referente aos valores de pH nas pisciculturas de PP apresentaram uma média de P1, P2 e P3 respectivamente, de 7,0; 7,2; 7,0, sendo a média geral de 7,1 e nas de MP para P1, P2 e P3 de 6,9; 6,8; 6,8 e a média geral de 6,9. Esses valores que se encontram dentro da média determinada pela resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 e conforme determina a resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, na qual diz que o valor de pH para pisciculturas deve estar entre 5 a 9. Quanto aos valores de DBO, a piscicultura de PP apresentou as médias para P1, P2, e P3 que foram respectivamente 5,79; 6,72; 7,36 mg/L tendo a média geral de 6,62 mg/L, apresentando valores de inconformidade com a legislação em vigor, a resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, a qual determina o valor de remoção de 60% da DBO considerando ponto de uso desse efluente, neste caso o P2, viveiro onde apresentou a DBO de 6,72. Neste sentido o valor de P3 a jusante está em inconformidade com a legislação, pois não teve o devido tratamento e redução da DBO e sim, aumento.

O valor médio para a piscicultura de MP foi de 5,19 mg/L, que foi superior ao preconizado na legislação. Esses resultados podem ser explicados pela menor temperatura da água, favorecendo a dissolução do oxigênio e a redução da atividade metabólica no sistema aquático, que libera menos quantidade de gás carbônico, diminuindo a acidificação da água (Junior et al. 2021).

Para Bauchspiess (2020) o oxigênio dissolvido é importante para a atividade metabólica dos seres vivos. Nas análises realizadas das pisciculturas PP as médias para P1, P2, e P3 foram respectivamente 8,36; 9,51; 8,94 mg/L sendo sua média geral de 8,93mg/L e MP as médias para P1 P2 e P3 foram 5,54; 9,02; 5,30 mg/L e a média geral de 6,62 mg/L. Esse parâmetro apresentou médias favoráveis, tendo em vista que os valores são maiores que o mínimo recomendado por legislação a resolução CONAMA nº 357 de 17 março de 2005 qual determina que o OD não deve ser inferior a 5 mg/L. Viveiros que contêm valores acima de 4 mg/L de OD apresentam boas condições para criação de organismos aquáticos (Vieira 2015).

Quanto aos valores de nitrito para a primeira coleta, as pisciculturas de PP apresentaram uma média de P1, P2 e P3 respectivamente, 0,00; 0,03; 0,00 mg/L, sendo sua média geral de 0,00 mg/L, e as de MP para P1, P2 e P3 foram de 0,00; 0,01; 0,06 mg/L assim sua média geral de 0,02 mg/L. Leira et al. (2017) descreve que as concentrações de nitrito estão relacionadas à decomposição de componentes das proteínas da matéria orgânica. Neste estudo no P3 se vê um aumento de nitrito em relação ao P1 (0,00 para 0,06) o que configura aumento da decomposição, ou seja, maior grau de proteína. Estas, por sua vez, estão de acordo com o limite de 1 mg/L estabelecido na legislação. As concentrações também se demonstraram satisfatórias por não representarem risco de toxicidade sub-letal aos peixes, pois, segundo Leira et al. (2017), nitrito acima de 0,3 mg/L pode influenciar na redução do crescimento e imunidade dos animais aquáticos.

Os valores de fósforo total, da piscicultura de PP apresentaram uma média para P1, P2 e P3 respectivamente, 0,05; 0,11; 0,15 mg/L e sua média geral de 0,10 mg/L. E para piscicultura MP apresentaram as médias para P1, P2 e P3 de 0,06; 0,15; 0,15 mg/L e média geral de 0,12 mg/L. Valores P2 e P3 das duas pisciculturas estão acima da média determinada pela resolução CONAMA nº 357 de 17 março de 2005, que determina que a quantidade de fósforo na água, não deve ultrapassar a (0,1 mg/L) é possível observar que do ponto de captação P1 para o lançamento P3 resultados de fósforo dissolvido apresentou valores maiores que os permitidos. Isso ocorre devido ao aumento da matéria orgânica própria do sistema e do enriquecimento artificial do ecossistema aquático, principalmente por nitrogênio (N) e fósforo (P) (Seitzinger et al. 2010).

Quanto aos valores relacionados à turbidez, as pisciculturas de PP apresentaram uma média para P1, P2 e P3 respectivamente de, 16,0; 26,1; 29,9 NTU e sua média geral foi de 24,0 NTU. Já as pisciculturas de MP apresentaram para P1, P2 e P3 as médias de 39,4; 28,5; 27,1 NTU sendo a média geral dos pontos de 31,6 NTU. Estes se encontram dentro do permitido que foi determinado pela resolução CONAMA nº 357 de 17 março de 2005, na qual diz que o valor de Turbidez para pisciculturas deve estar abaixo de 100 NTU. A turbidez tem grande correlação com a eficácia da desinfecção da água, o que dá a esse parâmetro grande importância sanitária (Tomazoni et al. 2005).

O parâmetro de condutividade elétrica não tem um limite máximo ou mínimo determinado pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 março de 2005. Quando os valores de condutividade elétrica são altos, indicam grau de decomposição elevado e quando os valores são baixos indica alta produção primária como algas e microrganismos aquáticos, sendo este meio, uma maneira

de avaliar a disponibilidade de nutrientes nos ecossistemas aquáticos Leira et al. (2017). O parâmetro de condutividade elétrica da piscicultura da PP apresentou um valor médio de 69,4 μ S. As pisciculturas de MP apresentaram para os pontos P1, P2 e P3 as médias de 72,8; 106; 99,4 μ S, sendo a média geral dos mesmos de 92,7 μ S.

Conclusão

Ao avaliar a qualidade da água das pisciculturas e desenvolver o diagnóstico ambiental dessa atividade na bacia do rio Jaru, verificou-se que, as oportunidades para aumentar o espaço produtivo advêm de uma política mundial para produção de alimentos.

Foi observado na bacia do rio Jaru um número maior de pequenos produtores, com áreas de pisciculturas com média de lâmina d'água de 1 a 5 hectares, muitas vezes classificados por produção familiar sendo para subsistência ou venda. Desta forma, necessitam de um acompanhamento por parte dos órgãos públicos responsáveis para esse fim, implementando capacitações técnicas, para monitoramento da qualidade de água, e medidas de controle de impactos ambientais.

Nossa pesquisa identificou na bacia do rio Jaru áreas de pisciculturas construídas em leitos de rios, nascentes e déficit de vegetação em áreas de APP, tendo em vista o impacto que essa prática pode ocasionar, é indicado um monitoramento da qualidade de água mais atento por parte dos técnicos e gestores públicos.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES), também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Participação dos autores: GOB - conceituação, curadoria de dados, análise formal e redação-rascunho original; IDC - conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento, investigação, supervisão e validação; ALDR - conceituação, curadoria de dados, redação-rascunho original, redação-revisão e edição; TOL - metodologia, análise formal e edição.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: Não se aplica.

Disponibilidade dos dados: Todos os dados gerados ou analisados durante este estudo estão incluídos neste artigo publicado. Caso sejam necessários mais dados para fins específicos, eles estão disponíveis ao autor correspondente mediante solicitação.

Fomento: CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015.

Conflito de Interesses: os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

Bauchspiess K. 2020. Monitoramento de variáveis ambientais e avaliação do índice de qualidade da água em viveiro de piscicultura. Disponível em: < https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/20217/Bauchspiess_Keitiline_2020_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 19 mai 2021.

Borges AF, Borges MACS, Rezende JLP, Durigon MSGF, Corte AR, Vieira FAB, Alves EDC. 2013. Desempenho ambiental da piscicultura na amazônia ocidental brasileira. *Global Science and Technology* 6(1):141-152.

Boyd CE, D'Abramo LR, Glencross BD, Huyben DC, Juarez LM, Lockwood GS, Valenti WC. 2020. Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society* 51(3): 578-633.

Brasil. 2009. Resolução CONAMA N° 413 de 26/06/2009. Disponível em: < https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-413-2009_110453.html>. Acesso em: 20 nov 2019.

Cardoso AS, da Silva GMN, Marques ÉAT, Cunha MCC, Sobral MDCM. 2020. Impactos ambientais da piscicultura de tanque escavado no reservatório Itaparica, semiárido Pernambucano. *Brazilian Journal of Development* 6(11):92607-92618.

Duran JE, Ferraz JMG. 2021. Sustentabilidade na piscicultura em tanques rede: fatores econômicos, sociais e ambientais na microrregião de Jales/SP. *Unifunec Científica Multidisciplinar* 10(12): 1-18.

Elesbon AAA, Guedes HAS, Silva DDD, Oliveira IDC. 2011. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfológica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus-Brasil. *Revista Escola de Minas* 64:281-288.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2013. Aquicultura: Manejo e aproveitamento de efluentes. ISSN 1517-5111, novembro, 2013. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/972692/1/Doc95.pdf>> Acesso em: 05 jun 2021.

Ferronato ML. 2016. Percepção ambiental coletiva e envolvimento de agricultores familiares em ações de recuperação de áreas degradadas na zona da mata rondoniense. Disponível em: < <https://ecopore.org.br/novo/wp-content/uploads/2020/05/PERCEPC%C3%87%C3%83O-AMBIENTAL-COLETIVA-E-ENVOLVIMENTO-DE-AGRICULTORES-FAMILIARES-EM-A-%C3%87%C3%95ES-DE-RECUPERA%C3%87%C3%83O-DE-%C3%81REAS-DEGRADADAS-NA-ZONA-DA-MATA-RONDONIENSE.pdf>>. Acesso em: 26 jan 2022.

Franca RR. 2015. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13392/10624>>. Acesso em: 19 mai de 2021.

Garcia JM, Longo RM. 2020. Análise de impactos ambientais em Área de Preservação Permanente (APP) como instrumento de gestão em rios urbanos. *Cerrados* 18(1):107-128.

Gonçalves JLG, Francisco PRM, Vieira ENL. 2013. Identificação de áreas degradadas através de técnicas de detecção de mudanças. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/arquivos_publicacoes/IDENTIFICACAO%20DE%20AREAS%20DEGRADADAS%20ATRAVES%20DE%20TECNICAS%20DE%20DETECCAO%20DE%20MUDANCAS.pdf>. Acesso em: 19 mai 2021.

Junior HL, Caldeira TM, da Luz Maciel CV, Gonçalves VGF, Nunes VS, Veloso RW. 2021. Análise físico-química da água em três sistemas de piscicultura localizados na linha 610, Jaru (RO). *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais* 12(11): 74-84.

Leira MH, Cunha LD, Braz MS, Melo CCV, Botelho HA, Reghim LS. 2017. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. *Pubvet* 11(1):11-17.

Lopes JCO. 2018. Disponível em: < http://www.proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1460/Piscicultura_Z_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 23 nov 2021.

Macedo CF, Sipaúba-Tavares LH. 2010. Eutrofização e qualidade de água na piscicultura: consequências e recomendações. *Boletim do Instituto de Pesca* 36(2): 149-163.

Mallasen M, Carmo F, Tucci A, Barros HP, Rojas NET, Fonseca FS, Yamashita EY. 2012. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. *Boletim do instituto de pesca* 38(1):15-30.

- Mendonça, A. 2020. Diagnóstico ambiental do igarapé Nazaré (Rondônia): subsídio para o enquadramento. Disponível em: <<https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/3050>>. Acesso em: 19 mai 2021.
- Miranda E, de Carvalho CA, Martinho PRR, Oshiro OT. 2020. Contribuições do geoprocessamento à compreensão do mundo rural e do desmatamento no bioma Amazônia. *COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional* 17(1): 16-34.
- Morais ER, Matte A, Oliveira EC. 2021. Piscicultura e segurança alimentar no sul do Brasil: influência e interrelação com diferentes atividades produtivas. *Anais do Encontro Nacional de Pós-graduação* 5(1):41-45.
- Morro FG, Schnitzler DC. 2021. Avaliação de agrotóxicos em solo de sistemas de produção agrícola convencional e agroecológico. *Química Nova* 44(1): 936-946.
- Neto LM. 2021. Uso e Ocupação do solo da Área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto* 1(2):12-49.
- Pagani CHP. 2017. Dinâmica e consequências da distribuição da cobertura vegetal natural e dos corpos hídricos de Jarú/RO. Disponível em: <http://www.pgdra.unir.br/uploads/85796698/menus/dissertacoes/Caio_Pagani_Dissertacao_2015_2017.pdf>. Acesso em: 25 nov 2019.
- Paiva Batista-Matos TP, Paula EO, de Paiva Batista LP, Aguiar AEX. 2021. Diagnóstico ambiental do parque ecológico da lagoa da Maraponga, Fortaleza/CE. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas* 2(12):67-74.
- PEIXE BR. 2020. Associação brasileira da piscicultura. Disponível em:<<https://www.peixebr.com.br/>>. Acesso em: 22 nov 2022.
- Rebouças PM, Lima LR, Dias IF, Barbosa Filho JAD. 2014. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology* 2(2): 35-42.
- Santana PC, Pagani CHP, Mascarenhas ARP. 2020. Avaliação Multitemporal da Cobertura do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Mororó em Jarú, Rondônia. *Anuário do Instituto de Geociências* 43(2):289-297.
- Seitzinger SP, Mayorga E, Bouwman AF, Kroeze C, Beusen AHW, Billen G, Van Drecht G, Dumont E, Fekete BM, Garnier J, Harrison JA. 2010. Global river nutrient export: A scenario analysis of past and future trends. *Global Biogeochemical Cycles* 24(4):1-16. Doi: <https://doi.org/10.1029/2009GB003587>
- Silva J, Moskovitz YC, Leal AC, de Araújo RR. 2016. Recuperação ecológica em áreas de preservação permanente na bacia do rio Santo Anastácio, Ugrhi Pontal do Paranapanema–São Paulo-Brasil. *Anais SNCMA* 7(1):12-45.
- Souza CF, Pertille CT, Corrêa BJS, Vieira FS. 2017. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Ivaí-Paraná. *Geoambiente On-Line* 29(2):19-39.
- Tomazoni JC, Mantovani LE, Bittencourt AVL, Rosa Filho EF. 2005. Utilização de Medidas de Turbidez na Quantificação da Movimentação de Sólidos por Veiculação Hídrica nas Bacias dos Rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau Sudoeste do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências* 57(3):234-241.
- Tucci CEM. 1993. Hidrologia: ciência e aplicação, ABRH/Editora da UFRGS, n.2. Rio Grande do Sul:Porto Alegre, 211p.
- Valle Júnior RFD, Pissarra TC, Passos ADO, Ramos TG, Abdala VL. 2010. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Tijuco, Ituiutaba-MG, utilizando tecnologia SIG. *Revista Engenharia Agrícola* 30(3):495-503.
- Vieira ACB. 2015. Aspectos técnicos e importância econômica da piscicultura ao município de Ariquemes – RO. 2015. Disponível em:< <https://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/533/1/VIEIRA,%20C.%20B.%20-%20ASPECTOS%20T%C3%89CNICOS%20E%20IMPORT%C3%82NCIA%20ECON%C3%94MICA%20DA%20PISCICULTURA%20AO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20ARIQUEMES%20-%20RO.pdf>>. Acesso em>19 de mai 2021.

Vierira JDS. 2018. Caracterização da piscicultura em barramentos na região de Theobroma no estado de Rondônia. Disponível em: <<http://repositorio.unitau.br/jspui/bitstream/20.500.11874/3455/1/Jose%20de%20Souza%20Vieira.pdf>>. Acesso em: 01 nov 2021.

Wang Y, Zhang W, Zhao Y, Peng H, Shi Y. 2016. Modelling water quality and quantity with the influence of inter-basin water diversion projects and cascade reservoirs in the Middle-lower Hanjiang River. *Journal of Hydrology* 541(1):1348-1362.

Xavier RE. 2013. Caracterização e prospecção da cadeia produtiva da piscicultura no Estado de Rondônia. Porto Velho (RO): dezembro – 2013. Disponível em: <<https://www.ri.unir.br/jspui/bitstream/123456789/2081/1/RAICA%20ESTEVEVES%20XAVIER%20-%20CARACTERIZA%20O%20E%20PROSPEC%20O%20DA%20CADEIA%20PRODUTIVA%20DA%20PISCICULTURA%20NO%20ESTADO%20DE%20RONDONIA.pdf>>. Acesso em: 25 de nov 2019.



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.