



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO JANE VANINI-CÁCERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



Conservação e distribuição espaço-temporal de peixes de importância socioeconômica na Bacia Araguaia-Tocantins e etnoictiologia dos ribeirinhos/pescadores do médio Rio das Mortes, Mato Grosso

Carolina Mancini do Carmo

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para a obtenção do título de Doutora.

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
Março, 2024**



GOVERNO DO ESTADO DE MATO GROSSO
SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO JANE VANINI-CÁCERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



Conservação e distribuição espaço-temporal de peixes de importância socioeconômica na Bacia Araguaia-Tocantins e etnoictiologia dos ribeirinhos/pescadores do médio Rio das Mortes, Mato Grosso

Carolina Mancini do Carmo

Tese apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais para a obtenção do título de Doutora.

Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Schwantes Marimon

CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
Março, 2024

CAROLINA MANCINI DO CARMO

Conservação e distribuição espaço-temporal de peixes de importância socioeconômica na Bacia Araguaia-Tocantins e etnoictiologia dos ribeirinhos/pescadores do médio Rio das Mortes, Mato Grosso

Esta tese foi julgada e aprovada como requisito para a obtenção do título de doutora em Ciências Ambientais.

Banca examinadora

Prof. Dr. Ernandes Sobreira Oliveira Junior - PPGCA
Universidade do Estado de Mato Grosso

Profa. Dra. Maria Antonia Carniello - PPGCA
Universidade do Estado de Mato Grosso

Profa. Dra. Lucélia Nobre Carvalho -
Universidade Federal de Mato Grosso

Dra. Halina Soares Jancoski -
Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Nova Xavantina

Profa. Dra. Tatiana Lima de Melo
Centro Universitário do Vale do Araguaia (Suplente)

Profa. Dra. Beatriz Schwantes Marimon
Universidade do Estado de Mato Grosso (**Orientadora**)

**CÁCERES
MATO GROSSO, BRASIL
Março, 2024**

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

C287c Carmo, Carolina Mancini do.

Conservação e distribuição espaço-temporal de peixes de importância socioeconômica na Bacia Araguaia-Tocantins e etnoictiologia dos ribeirinhos/pescadores do Médio Rio das Mortes, Mato Grosso / Carolina Mancini do Carmo. – Cáceres, 2024.

86 f.; 30 cm. Il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tese/Doutorado) – Curso de Pós-graduação *Stricto Sensu* (Doutorado) Ciências Ambientais, Faculdade de Ciências Agrárias e Biológicas, Câmpus de Cáceres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2024.

Orientadora: Dra. Beatriz Schwantes Marimon.

1. Cerrado. 2. Amazônia. 3. Adequabilidade Ambiental. 4. Conhecimento Etnoecológico. 5. Pescadores. I. Marimon, B. S., Dra. II. Título.

CDU 639.219(213.54+292.88)

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Luiz Kenji Umeno Alencar - CRB1 2037.

DEDICATÓRIA

Dedico essa tese aos
meus filhos **Vitor e Elis**
por serem minha maior
motivação de nunca desistir.
E ao **Bull**, que me deixou!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por ter me dado força nas horas que pensei que não iria conseguir;
Ao meu **esposo Henrique**, que segurou a barra nesses quatro anos e meio e sempre me incentivou a continuar nessa caminhada;

À minha **mãe Anna Maria**, que é a base de tudo em minha vida, obrigada por deixar sua vida para ajudar a cuidar da nossa;

Aos meus **filhos Vitor e Elis** que são a razão da minha luta diária;

À minha orientadora e amiga **professora Beatriz**, que foi uma das pessoas mais importantes para a realização deste trabalho. Obrigada professora pela confiança, por me ensinar cada detalhe, por todos os conselhos e ensinamentos que aprendi com você. Sem você não teria conseguido;

Aos meus professores que estiveram comigo nessa jornada e me ensinaram muito, **Claumir, Maria Antônia, Ben Hur, Paulo, Manoel, Áurea e Ernandes**.

À minha querida **amiga Daiana Cardoso**, por tudo que me ensinou e por estar ao meu lado nas horas que pensei em desistir. Você foi essencial e levarei essa amizade para a vida toda;

Às minhas amigas e amigos **Ana Mocelin**, por me aguentar nos momentos mais difíceis e por estar ao meu lado sempre. **Cleidiane**, por dividir comigo os momentos que mais precisei. **Camila e Vanderlice**, por estarem sempre ao meu lado. **Carla e Dinei**, por me ajudarem nos campos. **Heloisa**, que mais uma vez me acolheu com tanto amor em Cáceres, todas as vezes que tive que fazer as disciplinas. **Neide**, que cuida e cuidou da minha casa e dos meus filhos nesse momento que eu estava ausente. **Rosi**, que conheci no doutorado e que dividiu comigo os momentos de angústias, ensinamentos e o quarto em Cáceres. Sua amizade será para a vida!

Aos amigos da turma de Doutorado 2019, em especial às amigades que levarei para a vida, **Miguel, Valéria, Evely, Vitor Hugo, Leandro e Josiane**, pelas contribuições, carinho e amizade que construímos nessa caminhada;

Ao meu querido amigo **Facundo**, por toda ajuda e contribuições nesses anos de doutorado e ao **João Carlos**, por toda ajuda e contribuições nessa caminhada;

À minha sogra e ao meu sogro, **Lena e Artur**, por me ajudarem todas as vezes que precisei;

Ao meu irmão **Daniel** e minha cunhada **Viviane** e hoje meu sobrinho **Bernardo** por estarem ao meu lado nesses quatro anos de doutorado;

A minha funcionária **Neide** que está ao meu lado o tempo todo, me ajudando em tudo;

Aos meus filhos patudos que, sem pedir nada em troca, estão ao meu lado, me dando forças para continuar essa caminhada (**Simba, Olavo, Pity, Guga, Luluca, Bandit, Hulk, Gaya, Chico, Brigitte, Jack e Juma**, representando o abrigo);

E, em especial, ao meu filho **Bull**, que partiu na primeira vez que fui para Cáceres, me deixando sem forças para continuar, mas foi por ele que segui em frente nesses quatro anos.

À Universidade do Estado de Mato Grosso (**UNEMAT**) e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (**PPGCA**), pela oportunidade de qualificação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (**CAPES**) – Código de Financiamento 001.

Meu muito obrigada!!!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	10
GENERAL ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL.....	14
Capítulo 1- Distribuição espaço-temporal e conservação de espécies de peixes de importância socioeconômica na transição Amazônia – Cerrado, Brasil.....	16
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAL E MÉTODOS	19
Área de estudo, comunidades ribeirinhas e entrevistas.....	19
Modelando as espécies selecionadas.....	22
Estado de conservação e sistema hidrográfico.....	24
RESULTADOS.....	25
Espécies mais citadas.....	25
Transição entre o último máximo glacial e o período atual.....	25
Distribuição atual das espécies e variáveis ambientais.....	25
Distribuição futura e conservação atual das espécies.....	27
DISCUSSÃO.....	29
Espécies mais citadas.....	29
Variáveis ambientais e biogeografia das espécies.....	29
Variáveis ambientais e tendências futuras.....	31
Conservação das espécies.....	34
CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36
MATERIAL SUPLEMENTAR.....	46
Capítulo 2 – Etnoictiologia e percepção sobre mudanças climáticas e ambientais de ribeirinhos/pescadores do médio Rio das Mortes, Mato Grosso.....	48
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
Área de estudo e população-alvo.....	51
Coleta e análise de dados.....	52
RESULTADOS.....	55
Perfil geral dos entrevistados.....	55
Espécies citadas e apetrechos de pesca utilizados.....	57
Percepções ambientais, climáticas e sobre o futuro da pesca no Rio das Mortes.....	63
DISCUSSÃO.....	67
Perfil geral dos entrevistados.....	67
Espécies citadas e apetrechos de pesca utilizados.....	68
Percepções ambientais, climáticas e sobre o futuro da pesca no Rio das Mortes.....	71
CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	74
Conclusão Geral.....	84
Apêndice 1.....	85

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Pág.

Tabela1. Desempenho estatístico dos algoritmos e contribuição percentual das variáveis ambientais com maiores efeitos nas respostas espaço-temporais das espécies-alvo. Incluindo o número de registros de ocorrências considerados nos modelos (N), os algoritmos utilizados (MaxEnt, RF= Random Forest, GLM= modelo linear geral) e os valores médios de área sob a curva (AUC) e estatística de habilidade verdadeira (TSS). Bio2: Amplitude de temperatura média diurna, Bio3: Isotermalidade, Bio13: Precipitação do mês mais úmido, Bio14: Precipitação do mês mais seco, Bio15: Sazonalidade da precipitação (Coeficiente de Variação), Bio19: Precipitação do trimestre mais frio e Bio20: Altitude.....	26
--	----

Capítulo 2

Pág.

Tabela 1. Famílias e espécies de peixes citadas pelos pescadores e ribeirinhos do rio das Mortes, nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Sendo, Popular: nome popular da espécie; Mun: município; Cit: número de citações por espécie; Usos: C (Comercialização), A (Alimentação) e I (Artefato de Pesca Isca); UP: uso principal; N: número de informantes que citaram uso principal; CUPc: concordância de uso principal corrigida; VU: valor de uso. Espécies listadas em ordem decrescente de VU e número de citações (Cit).....	58
Tabela 2. Análise da Listagem Livre das espécies de peixes pescadas no rio das Mortes no município de Nova Xavantina: Índice de Smith. As rupturas (grupos) estão em negrito. Espécies listadas em ordem decrescente do índice de Smith.....	61
Tabela 3. Análise da Listagem Livre das espécies de peixes pescadas no rio das Mortes no município de Nova Nazaré: Índice de Smith. As rupturas (grupos) estão em negrito. Espécies listadas em ordem decrescente do índice de Smith.....	62
Tabela 4. Análise da Listagem Livre das espécies de peixes pescadas no rio das Mortes no município de Novo Santo Antônio: Índice de Smith. As rupturas (grupos) estão em negrito. Espécies listadas em ordem decrescente do índice de Smith.....	62
Tabela 5. Número de citações de apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores e ribeirinhos nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Valores percentuais entre parênteses.....	63
Tabela 6. Número de citações de espécies de peixes que diminuíram em um período de 20 anos, a partir da percepção de pescadores e ribeirinhos, na Bacia do Rio das Mortes em Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Valores percentuais entre parênteses.....	64
Tabela 7. Número de citações das principais causas apresentadas pelos ribeirinhos/pescadores nos municípios de Nova xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA) para o aumento e redução de peixes e dificuldades de pesca no Rio das Mortes, relação com fatores climáticos e o pulso sazonal do Rio. Valores percentuais entre parênteses.....	65

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Pág.

Figura 1. Localização das bacias Araguaia-Tocantins e Rio das Mortes e dos municípios de Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio, onde coletamos dados sobre as espécies de peixes mais capturadas no Rio das Mortes. Complementado por registros de ocorrência das espécies *Pseudoplatystoma fasciatum* (conhecida localmente como cachara), *Brycon falcatus* (voadeira ou matrinxã), *Myloplus torquatus* (pacu) e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas), bem como delimitação de áreas protegidas, elevação digital modelo e hidrografia.....**21**

Figura 2. Nichos de adequação ambiental para a Bacia Araguaia-Tocantins (contorno preto) e para a Bacia do Rio das Mortes (contorno amarelo) e padrões espaço-temporais de transição do cenário passado (LGM: Último Máximo Glacial) para o atual (a-d) e do cenário atual para o futuro (e-h). As cores representam perdas (vermelho), ganhos (verde) e estabilidade (azul) dos ESNs das espécies alvo.....**28**

Figura 3. Previsões contínuas de adequação ambiental [escala de cinza: branco (menor adequação ambiental, preto (maior adequação ambiental)] e previsões binárias de adequação ambiental para nichos (ESNs, cor preta) dentro de Áreas Protegidas (UCs, contorno amarelo preenchido em vermelho) e fora delas (apenas contorno amarelo). Os percentuais representam as proporções de ESNs, das espécies-alvo, sobrepostas às UCs que são para a conservação da biodiversidade dentro da Bacia Araguaia-Tocantins.....**28**

Figura Suplementar S1. Predições binárias de áreas de nicho de adequação ambiental (ESNs, em cinza) das espécies-alvo inseridas (vermelho) na rede hidrológica (azul) da Bacia Araguaia-Tocantins (linha preta de contorno).....**47**

Capítulo 2

Figura 1. Localização da Bacia do rio das Mortes e da sede dos três municípios (Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio) onde realizamos entrevistas e coletamos dados, na região leste de Mato Grosso.....**52**

Figura 2. Entrevista com ribeirinhos/pescadores no município de Novo Santo Antônio-MT (Sr. Raimundo Silva, 67 anos e Sra. Gleidina Souza, 65 anos)**53**

Figura 3. Faixa etária dos pescadores e ribeirinhos entrevistados nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Sendo: Masc= masculino e Fem= feminino.....**56**

Figura 4. Nível de escolaridade apresentado pelos pescadores/ribeirinhos nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Sendo: Fund incomp= Fundamental Incompleto, Fund comp= Fundamental completo, EM incomp= Ensino Médio incompleto, EM comp= Ensino Médio completo.....**56**

RESUMO GERAL

A Bacia Amazônica, a maior bacia hidrográfica do planeta, engloba um ambiente notavelmente diversificado. Associada a ela está a Bacia Araguaia-Tocantins, que inclui o Rio das Mortes, destacando-se por sua significativa importância ecológica, geopolítica e socioeconômica, abrangendo a transição entre os biomas Cerrado e bioma Amazônico. Esta tese está estruturada em dois capítulos no primeiro, aplicamos modelos de distribuição espaço-temporal para analisar os cenários do Último Máximo Glacial (LGM), da situação atual e de projeções futuras das quatro espécies de peixes mais pescadas e comercializadas no Rio das Mortes, sendo elas: *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Brycon falcatus*, *Myloplus torquatus* e *Leporinus friderici*. As variáveis ambientais que melhor explicaram a distribuição espacial dessas espécies foram altitude, temperatura e precipitação. Nossas projeções indicaram que todas as espécies apresentavam extensas áreas de nicho de adequação ambiental (ESNs) durante o LGM, as quais eram contínuas e conectadas. Em um cenário futuro, com um aumento de 8,5 °C na temperatura, *B. falcatus* e *P. fasciatum* poderão enfrentar o risco de desaparecimento, e *M. torquatus* e *L. friderici* poderão se adaptar, modificando suas ESNs. Observamos ainda que as áreas protegidas atuais não representam adequadamente o nicho dessas espécies. No segundo artigo, investigamos e comparamos a percepção e o conhecimento etnoictiológico das comunidades ribeirinhas e pescadores de três municípios da Bacia do Rio das Mortes, em Mato Grosso: Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Entrevistamos 105 pessoas que residiam há pelo menos 20 anos no município. Analisamos os dados por meio de estatística descritiva e calculamos o Valor de Uso de cada espécie. Foram citadas 25 etnoespécies de peixes, sendo 25 em NSA, 20 em NXA e 17 em NNA, com as três primeiras, Pintado, Voadeira e Pacu, coincidindo nos três municípios. Identificamos grupos de espécies associados com interesses alimentares e comerciais, com valores comerciais mais acessíveis e espécies que, apesar de serem mencionadas como ameaçadas, apresentam elevado valor comercial. Os entrevistados demonstraram amplo conhecimento sobre a relevância da proibição da pesca durante a piracema e expressaram apoio a essa restrição. A percepção dos entrevistados enfatizou que muitas espécies reduziram suas populações nos últimos 20 anos devido às condições climáticas extremas e mudanças ambientais e a maioria responsabiliza os impactos negativos registrados na ictiofauna aos impactos antrópicos. Assim, nosso estudo permitiu uma compreensão mais aprofundada da dinâmica espaço-temporal de importantes espécies de peixes da região, contribuindo para uma abordagem cientificamente precisa sobre a interação entre fatores ambientais, a distribuição e possíveis impactos sobre essas espécies e contribuirá para o desenvolvimento de iniciativas de proteção e gestão eficientes dos recursos pesqueiros nas bacias Araguaia-Tocantins e Rio das Mortes.

Palavras-chave: Cerrado; Amazônia; adequabilidade ambiental; Conhecimento etnoecológico; comunidades ribeirinhas; pescadores.

GENERAL ABSTRACT

The Amazon Basin, the largest river basin on the planet, encompasses a remarkably diverse environment. Associated with it is the Araguaia-Tocantins Basin, which includes the *Rio das Mortes*, standing out for its significant ecological, geopolitical and socioeconomic importance, covering the transition between the Cerrado and Amazonia biomes. This thesis is structured in two articles: in the first, we apply spatio-temporal distribution models to analyze the scenarios of the Last Glacial Maximum (LGM), the current situation and future projections of the four fish species most fished and commercialized in the *Rio das Mortes*, namely: *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Brycon falcatus*, *Myloplus torquatus* and *Leporinus friderici*. The environmental variables that best explained the spatial distribution of these species were altitude, temperature and precipitation. Our projections indicated that all species had extensive environmental suitability niche areas (ESNs) during the LGM, which were continuous and connected. In a future scenario, with an increase of 8.5 °C in temperature, *B. falcatus* and *P. fasciatum* could face the risk of disappearance, and *M. torquatus* and *L. friderici* could adapt by modifying their ESNs. We also note that current protected areas do not adequately represent the niche of these species. In the second article, we investigated and compared the perception and ethnoichthyological knowledge of riverside communities and fishermen from three municipalities in the *Rio das Mortes* Basin, in Mato Grosso: Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) and Novo Santo Antônio (NSA). We interviewed 105 people who had lived in the municipality for at least 20 years. We analyzed the data using descriptive statistics and calculated the Use Value of each species. We registered 25 ethnospecies of fish, being 25 in NSA, 20 in NXA and 17 in NNA, with the first three, *Pintado*, *Voadeira* and *Pacu*, coinciding in the three municipalities. We identified groups of species associated with food and commercial interests, with more affordable prices and species that, despite being mentioned as threatened, have a high commercial value. Respondents demonstrated broad knowledge about the relevance of banning fishing during *piracema* and expressed support for this restriction. The perception of those interviewed emphasized that many species have reduced their populations in the last 20 years due to extreme climatic conditions and environmental changes, and the majority blames the negative impacts recorded on the ichthyofauna on anthropogenic impacts. Thus, our study allowed a deeper understanding of the spatio-temporal dynamics of important fish species in the region, contributing to a scientifically accurate approach to the interaction between environmental factors, distribution and possible impacts on these species and will contribute to the development of efficient protection and management initiatives of fishing resources in the Araguaia-Tocantins and *Rio das Mortes* basins.

Keywords: Cerrado; Amazonia; environmental suitability; ethnoecological knowledge; riverside communities; fishermen.

INTRODUÇÃO GERAL

A região de abrangência da Bacia Amazônica contribui com aproximadamente 70% de toda água doce do Brasil (Rocha; Bueno, 2004), envolvendo um ambiente muito diversificado, abrigando uma das maiores diversidades de peixes do mundo (Lowe-McConnel, 1987; Leal; Freitas; Siqueira-Souza, 2018). Além disso, a Amazônia possui a maior área contínua de floresta tropical do mundo, com índices elevados de precipitação, sustentando extensa e intensa diversidade biológica (Silva Dias; Cohen; Gandú, 2005).

Localizada ao lado da Bacia Amazônica está a Bacia Araguaia-Tocantins, que presta importantes serviços ecossistêmicos (Latrubesse *et al.*, 2009; 2011), onde destacamos o Rio Araguaia e o seu principal afluente, o Rio das Mortes, que em grande parte do curso formam uma extensa área inundável, com muitos lagos de meandros e uma extensa planície sedimentar para a qual são recomendadas ações voltadas para o manejo sustentado e a criação de unidades de conservação (Marimon *et al.*, 2012). O Rio das Mortes é um dos mais importantes cursos d'água de Mato Grosso, tendo sido destacado como área prioritária para a conservação, por conter espécies de distribuição restrita (Nogueira *et al.*, 2010).

Na ecologia dos trópicos, é essencial compreendermos os fatores que determinam a dinâmica dos ecossistemas, levando em consideração as interferências antrópicas, principalmente aquelas que causam impactos negativos na qualidade da água e na biodiversidade (Russi *et al.*, 2013). Por exemplo, o avanço indiscriminado da agropecuária, turismo e pesca predatórios e o assoreamento e captação irregular de água para irrigação de lavouras, bem como a implantação de usinas hidrelétricas, promovem o corte de florestas ciliares e a degradação dos ecossistemas, desencadeando alterações no ciclo da água (Bruland *et al.*, 2008; Tonella *et al.*, 2020; Pelicice *et al.*, 2021; Matos *et al.*, 2021).

Diante das atuais alterações climáticas e ambientais nos ecossistemas tropicais globais, bem como das incertezas que envolvem a preservação e conservação de sua biota, os Modelos de Distribuição de Espécies (SDMs) emergem como uma ferramenta crucial para a análise dos padrões de distribuição espaço-temporal da biodiversidade (Paglia *et al.*, 2012; Lam *et al.*, 2020; Alvarez *et al.*, 2021, 2022), particularmente no que se refere aos peixes amazônicos (Alvarez *et al.*, 2020). Assim, uma abordagem que nos permite avaliar a distribuição probabilística de uma espécie no ambiente é por meio desses modelos preditivos de distribuição, os quais possibilitam a análise das mudanças na disponibilidade de áreas com condições ambientais propícias para a sua ocorrência diante

das variações climáticas (Paglia *et al.*, 2012; Alvarez *et al.*, 2020). Esses modelos partem do princípio de que as variáveis ambientais de uma área representam uma aproximação ambiental do nicho de uma determinada taxa, grupo de espécies ou ecossistema (Castro *et al.*, 2015). Além disso, a produção de modelos futuros é de grande importância para correlacionarmos dados de ocorrência das espécies de interesse com as variáveis ambientais, o que nos permitirá gerar mapas mostrando o cenário futuro dessas e de outras espécies (Maciel, 2019; Elith; Leathwick, 2009).

Outra forma importante de compreender e avaliar os efeitos e as causas da degradação das áreas naturais é a troca de informação entre o conhecimento popular e o científico, promovendo uma estratégia para melhorar a gestão dos recursos naturais e contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas adequadas (Moura; Marques, 2007). Assim, as comunidades ribeirinhas (incluindo pescadores), além de se relacionarem, na maioria das vezes, positivamente com os rios em termos de conservação, apresentam um conhecimento sobre a legislação que protege os recursos hídricos e reconhecem a importância da manutenção desses sistemas, nos quais a morfometria e a variação sazonal do fluxo da água, bem como a intensidade da pesca, influenciarão diretamente na fauna e na flora da região (Baptista-Maria, 2007).

Outro fator é a etnoecologia que envolve o conhecimento das pessoas, de modo a contribuir com a ampliação do conhecimento científico e acadêmico (Santos-Fita; Costa-Neto 2007). Essa troca de informação entre o conhecimento popular e o científico pode ser extremamente significativa, principalmente quando pretendemos melhorar a gestão, desenvolver políticas públicas adequadas e compreender ou avaliar os efeitos e as causas da destruição e descaracterização das áreas naturais (Moura; Marques, 2007; Da Costa Doria *et al.*, 2008). Neste contexto, a etnoictiologia, que estuda as relações entre grupos culturais humanos e peixes, incluindo suas percepções, conhecimentos e práticas relacionadas aos peixes, desempenha um papel importante na preservação da diversidade cultural e na conservação dos recursos aquáticos (Santos *et al.*, 2018). Assim, além de ajudar a documentar e compreender as práticas e conhecimentos tradicionais relacionados aos peixes, a etnoictiologia contribui para adaptarmos estratégias de gestão e conservação às necessidades e percepções das comunidades ribeirinhas (Berkes; Nayak, 2018; Santos *et al.*, 2018).

Neste contexto, esta tese se divide em dois artigos, no primeiro aplicamos modelos de distribuição espaço-temporal para três cenários: Último Máximo Glacial (LGM), atual e futuro das quatro espécies de peixes mais pescadas e comercializadas no Rio das Mortes

em Mato Grosso. No segundo artigo investigamos e comparamos a percepção e o conhecimento ictiológico das comunidades ribeirinhas e pescadores de três municípios da Bacia do Rio das Mortes, Novo Santo Antônio, Nova Nazaré e Nova Xavantina, possibilitando um melhor entendimento e a proposição de estratégias para a conservação.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO GERAL

ALVAREZ, F. et al. Climate defined but not soil-restricted: the distribution of a Neotropical tree through space and time. **Plant and Soil**, p. 1-17, 2022.

ALVAREZ, F. et al. Effects of different variable sets on the potential distribution of fish species in the Amazon Basin. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 29, p. 764-778, 2020.

ALVAREZ, F. et al. The ghost vampire: spatio-temporal distribution and conservation status of the largest bat in the Americas. **Biodiversity and Conservation**, v. 30, p. 4359-4377, 2021.

BAPTISTA-MARIA, V. R. **Caracterização das florestas ribeirinhas do rio Formoso e Parque Nacional da Serra da Bodoquena/MS, quanto as espécies ocorrentes e histórico de perturbação, para fins de restauração**. Tese de Doutorado. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2007.

BERKES, F.; NAYAK, P. K. Role of communities in fisheries management: “one would first need to imagine it”. **Maritime Studies**, v. 17, p. 241-251, 2018.

BRULAND, K.W. et al. Factors influencing the chemistry of the near-field Columbia River plume: Nitrate, silicic acid, dissolved Fe, and dissolved Mn. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, p. 1-23, 2008.

CASTRO, J.D.C. et al. Modelación de nicho y aspectos biogeográficos del género *Sotalia* (Cetartiodactyla: Delphinidae) en los ríos Amazonas y Orinoco, Colombia. **Momentos de Ciencia**, v. 12, n. 2, p. 121-125, 2015.

DA COSTA DORIA, C. R. et al. Contribuição da etnoictiologia à análise da legislação pesqueira referente ao defeso de espécies de peixes de interesse comercial no oeste da Amazônia Brasileira, rio Guaporé, Rondônia, Brazil. **Biotemas**, v. 21, n. 2, p. 119-132, 2008.

ELITH, J.; LEATHWICK, J.R. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 677-697, 2009.

LAM, V.W.Y. et al. Climate change, tropical fisheries and prospects for sustainable development. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, p. 440-454, 2020.

LATRUBESSE, E.M.; AMSLER, M.L.; MORAIS, R.P.; AQUINO, S. The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: The case of the Araguaia River. **Geomorphology**, v. 113, p. 239-252, 2009.

LATRUBESSE, E.; STEVAUX J.; PRADO R. The Araguaia-Tocantins Fluvial Basin.

Boletim Goiano de Geografia, v. 19, p. 120-127, 2011.

LEAL, W.M.M.; FREITAS, C.E.C.; SIQUEIRA-SOUZA, F.K. Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica brasileira. **Scientia Amazonia**, v. 7, n. 1, p. 1-10, 2018.

LOWE-McCONNEL, R.H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge University Press, Cambridge, 1987.

MACIEL, C.F. **Modelos de distribuição histórica de peixes migradores nas bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2019.

MARIMON, B.S. et al. Florística dos campos de murundus do Pantanal do Araguaia, Mato Grosso, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, p. 181-196, 2012.

MATOS, L.S. et al. Mercury concentrations in fish and human health assessment in preflood phase of a hydro dam in Teles Pires River, Southern Brazilian Amazon. **Elementa: Science of the Anthropocene**, v. 9, p. 1-13, 2021.

MOURA, F.B.P.; MARQUES, J.G.W. Conhecimento de pescadores tradicionais sobre a dinâmica espaço-temporal de recursos naturais na Chapada Diamantina, Bahia. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 119-126, 2007.

NOGUEIRA, C. et al. Restricted-range fishes and the conservation of Brazilian freshwaters. **PloS One**, v. 5, n. 6, p. 1-10, 2010.

PAGLIA, A.P. et al. Modelos de distribuição de espécies em estratégias para a conservação da biodiversidade e para adaptação baseada em ecossistemas frente a mudanças climáticas. **Natureza & Conservação**, v. 10, n. 2, p. 231-234, 2012.

PELICICE, F.M. et al. Large-scale Degradation of the Tocantins-Araguaia River Basin. **Environmental Management**, v. 68, n. 4, p. 445-452, 2021.

ROCHA, S.S.; BUENO, S.L.S. Crustáceos decápodes de água doce com ocorrência no Vale do Ribeira de Iguape e rios costeiros adjacentes, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 1001-1010, 2004.

RUSSI, D. et al. **The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB) for water and wetlands**. 2013. IEEP: London, UK.

SANTOS-FITA, D.; COSTA-NETO, E.M. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozootologia. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 99-110, 2007.

SANTOS, K.P.P. et al. Atividade pesqueira e conhecimento etnoictológico na comunidade de pescadores artesanais de Miguel Alves/PI, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 44, n. 1, p. 25-34, 2018.

SILVA DIAS, M.A.F.S.; COHEN, J.C.P.J.; GANDÚ, A.W. Interações entre nuvens, chuvas e a biosfera na Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 35, p. 215-222, 2005.

TONELLA, L.H. et al. Extemporaneous environmental legislation: an analysis of the conflicts underlying Law 3824/1960 on coarse wood removal in Brazilian artificial reservoirs. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 32, e103, 2020.

Capítulo 1 – Distribuição espaço-temporal e conservação de espécies de peixes de importância socioeconômica na transição Amazônia-Cerrado, Brasil

[Preparado de acordo com as normas do periódico *Acta Amazonica*]

Resumo

No extremo sul da Amazônia brasileira, na Bacia Araguaia-Tocantins, o Rio Araguaia e seu principal afluente, o Rio das Mortes, são de grande importância ecológica, geopolítica e socioeconômica regional. O Rio das Mortes percorre 1.200 km na transição entre os biomas Amazônia e Cerrado, apresentando grandes lacunas no conhecimento sobre a biodiversidade e os nichos que as espécies compartilham. Para reduzir essas lacunas, aplicamos modelos de distribuição espaço-temporal para três cenários: Último Máximo Glacial (LGM), atual e futuro das espécies de peixes mais pescadas e comercializadas no Rio das Mortes. As espécies com maiores frequências de pesca foram *Pseudoplatystoma fasciatum* (90%), *Brycon falcatus* (74%), *Myloplus torquatus* (68%) e *Leporinus friderici* (39%). As variáveis ambientais que melhor explicaram a distribuição espacial dessas espécies foram altitude, temperatura e precipitação. Nossas projeções revelaram que durante o LGM todas as espécies apresentavam extensas áreas de nicho de adequação ambiental (ESNs) contínuo e conectado. A distribuição geográfica atual da espécie é determinada pelas condições ambientais; no entanto, as ESNs previstas sobrepõem-se a áreas sob intensa exploração agrícola. No cenário futuro, com um aumento nas temperaturas de 8,5 °C, *B. falcatus* e *P. fasciatum* poderiam desaparecer, enquanto *M. torquatus* e *L. friderici* poderiam se adaptar modificando seus ESNs. Atualmente, as áreas protegidas existentes não representam adequadamente o nicho destas espécies. Nossos resultados poderão contribuir para o desenvolvimento de iniciativas de proteção e gestão eficiente dos recursos pesqueiros nas bacias Araguaia-Tocantins e do Rio das Mortes.

Palavras-chave: Adequação ambiental; ribeirinhos; pescaria; altitude; temperatura; mudanças climáticas

Abstract

On the southern edge of the Brazilian Amazonia, within the Araguaia-Tocantins Basin, the Araguaia River and its main tributary, the *Rio das Mortes*, are of high regional ecological, geopolitical and socioeconomic importance. The *Rio das Mortes* runs for 1,200 km in the transition between the Amazonia and Cerrado biomes, presenting large gaps in knowledge regarding biodiversity and the niches the species share. To reduce these gaps, we applied space-time distribution models for three scenarios: Last Glacial Maximum (LGM), current and future of the most fished and marketed fish species in the *Rio das Mortes*. The species with the highest fishing frequencies were *Pseudoplatystoma fasciatum* (90%), *Brycon falcatus* (74%), *Myloplus torquatus* (68%) and *Leporinus friderici* (39%). The environmental variables that best explained the spatial distribution of these species were altitude, temperature, and precipitation. Our projections revealed that all species had extensive areas of continuous and connected environmental suitability niche (ESNs) during the LGM. The current geographic distribution of the species is determined by environmental conditions; however, the predicted ESNs overlap with areas under intense agricultural exploitation. In the future scenario, with an increase in temperatures of 8.5 °C, *B. falcatus* and *P. fasciatum* could disappear, while *M. torquatus* and *L. friderici* could adapt by modifying their ESNs. Currently, the existing protected areas do not adequately represent the niche of these species. Our results could contribute

to the development of initiatives for the protection and efficient management of fishing resources in the Araguaia-Tocantins and *Rio das Mortes* basins.

Keywords: Environmental suitability; riverside; fishing; altitude; temperature; climate changes

INTRODUÇÃO

A Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, cobrindo 7,05 milhões de km², abrange um ambiente muito diversificado e abriga uma imensa diversidade de peixes, com cerca de 3.000 espécies (Leal et al. 2018). A Bacia Araguaia-Tocantins, apesar de ser considerada outro sistema de drenagem, está interligada com a Bacia Amazônica e apresenta uma biota relacionada por processos históricos, especialmente a ictiofauna (Farias et al. 2019). Essas interações entre rios se estendem também aos afluentes, como o Rio Araguaia (nome indígena originado do tupi-guarani, que significa rio das araras vermelhas) e o Rio das Mortes, que juntos formam a maior área inundável do Brasil, a Planície Sedimentar do Bananal (Martini 2006). Ações de gestão sustentável e estabelecimento de unidades de conservação são recomendadas para esta área (Marimon et al. 2012) e a Bacia do Rio Araguaia é considerada a de maior diversidade de peixes de todo o Bioma Cerrado (Lima et al. 2021).

A Planície Sedimentar do Bananal está na transição entre os dois maiores biomas neotropicais, a Amazônia e o Cerrado, e se sobrepõe à extensa área do “arco do desmatamento”, que vem sofrendo intensas alterações e interferência antrópica (Latrubesse et al. 2009, 2019; Marques et al. 2020; Pelicice et al. 2021). Nas últimas décadas, mudanças ambientais e climáticas nos trópicos induziram aumentos na temperatura da água, oscilações nos níveis de oxigênio e alterações no ciclo hidrológico (Lázaro et al. 2020). Além disso, eventos extremos de seca e inundações, comprometem a ecofisiologia dos peixes, modificando, por exemplo, os padrões reprodutivos das espécies e afetando a produção pesqueira das comunidades ribeirinhas (Andrade et al. 2018).

Em uma escala global, os principais impactos ambientais na biota aquática resultam de alterações na disponibilidade de recursos, na ocorrência de deslocamentos e alterações na abundância de espécies de peixes (Plagányi 2019). A Bacia do Rio das Mortes, o principal afluente do Rio Araguaia, é destacada por Nogueira et al. (2010) como prioritária para a conservação da biota aquática da fronteira Sul da Amazônia. Apesar deste rio desaguar em áreas agrícolas, sob pecuária intensiva e monoculturas em grande escala (Rosin et al. 2015), sua vegetação ribeirinha ainda se encontra relativamente bem

constituída, o que é crucial para garantir funções essenciais do ecossistema (Marimon e Lima 2001; Lima et al. 2021).

O Rio das Mortes também possui grande importância etnoecológica, com cerca de 25% de sua extensão passando por três grandes Terras Indígenas da etnia Xavante (São Marcos, Areões e Pimentel Barbosa). Nesse sentido, a conservação deste rio é estratégica para garantir a segurança alimentar dos povos indígenas e de comunidades ribeirinhas que dependem da sua biodiversidade (Nápolis 2010) e que conhecem muito bem as relações entre os peixes e os ecossistemas regionais (Marques 1995). A importância dos peixes para as comunidades ribeirinhas enfatiza a necessidade de práticas de exploração sustentáveis para garantir a viabilidade a longo prazo, no contexto da estrutura e função dos ecossistemas interligados (Silva Mourão e Nivaldo 2006).

Considerando as atuais mudanças climáticas e ambientais nos ecossistemas tropicais globais, bem como as incertezas que cercam a preservação e conservação da sua biota, os modelos de distribuição de espécies (SDMs) representam uma ferramenta importante para analisar os padrões de distribuição espaço-temporal da biodiversidade (Paglia et al. 2012; Lam et al. 2020; Alvarez et al. 2021, 2022), especialmente se considerarmos os peixes amazônicos (Alvarez et al. 2020) ou de bacias associadas. Ao examinarmos a dinâmica da distribuição da biodiversidade em relação ao clima passado, presente e futuro poderemos obter informações importantes sobre a resposta dos ecossistemas e das espécies às alterações climáticas históricas (Nolan et al. 2018; Alvarez et al. 2021). Durante o Último Máximo Glacial (LGM, ~21.000 anos antes do presente), a Amazônia Oriental enfrentou períodos secos e úmidos, enquanto na Amazônia Ocidental o clima permaneceu mais estável durante os últimos 250 ka (Cheng et al. 2013). Isto pode ter contribuído para a manutenção da elevada abundância e riqueza de espécies e de *hotspots* regionais de biodiversidade (teoria do refúgio: Haffer 2008; Rangel et al. 2018; Oberdorff et al. 2019).

Diferentes algoritmos nos permitem estimar a distribuição espaço-temporal das espécies usando variáveis ambientais derivadas de registros de ocorrências conhecidas, permitindo a extrapolação para potenciais nichos ambientais (Elith e Leathwick 2009). Assim, as previsões de nicho de adequação ambiental (NSE) permitem avaliar tendências espaciais face às alterações climáticas, permitindo o desenvolvimento de planos e ações de conservação para ecossistemas e espécies ameaçadas (Alvarez et al. 2020).

Neste estudo aplicamos SDMs para estimar os padrões de distribuição nos cenários passado, atual e futuro das quatro espécies de peixes mais pescadas e

comercializadas na Bacia do Rio das Mortes, visando responder às seguintes questões: i) quais são as variáveis ambientais que melhor explicam a atual distribuição espacial das espécies-alvo? ii) quais são os padrões de distribuição históricos (passados e atuais) e futuros destas espécies? iii) qual é o atual estado de conservação das espécies avaliadas nas bacias Araguaia-Tocantins e Rio das Mortes?

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo, comunidades ribeirinhas e entrevistas

A Bacia Araguaia-Tocantins abrange aproximadamente 780.000 km², cobrindo quase 10% do território brasileiro, sendo a segunda maior bacia hidrográfica do Brasil (Latrubesse et al. 1999). Seus principais rios, o Tocantins e o Araguaia, transportam grande volume de água e possuem área total de drenagem de aproximadamente 675 mil km² (Latrubesse et al. 2019), passam por pulsos de cheias sazonais e abrigam elevada biodiversidade (Lucinda e Costa 2007; Latrubesse et al. 2019). De acordo com a classificação proposta por Köppen, o clima da região é típico de savana, subtipo Aw, caracterizado por verão chuvoso, de novembro a abril, e inverno seco, de maio a outubro (Alvares et al. 2013). A vegetação é caracterizada por formações savânicas do Bioma Cerrado, como cerrado típico e campos de murundus, adjacentes a florestas ciliares que abrigam plantas típicas da Amazônia (Marimon e Lima 2001; Marimon et al. 2008, 2012, 2015).

A bacia hidrográfica do Rio das Mortes, principal afluente da margem esquerda do Rio Araguaia, abrange aproximadamente 61 mil km² e é reconhecido como um dos rios mais extensos e biodiversos do estado de Mato Grosso (Rosin et al. 2015; Lima et al. 2021). Origina-se na Serra de São Jerônimo (Mato Grosso) e deságua no Rio Araguaia, em São Félix do Araguaia, na Planície de Inundação do Bananal, também em Mato Grosso. A precipitação média anual na Bacia do Rio das Mortes gira em torno de 1.600 mm, com maior intensidade ocorrendo entre dezembro e fevereiro; e a temperatura média anual é de aproximadamente 25 °C (Marimon e Lima 2001; Marimon et al. 2008). A área de nosso estudo também se caracteriza por apresentar grande riqueza etnocultural, incluindo importantes territórios indígenas (Soares 2010; Marimon et al. 2012, 2014), bem como unidades de conservação estratégicas, como o Parque Estadual do Araguaia (Marimon et al. 2008, 2012, 2015).

Os dados sobre as espécies de peixes mais pescadas, consumidas e comercializadas foram coletados em três municípios da Bacia do Rio das Mortes, todos com a sede localizada na margem esquerda do rio ou nas proximidades: Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio, na região leste do estado de Mato Grosso, região Centro-Oeste (Fig. 1). A economia local é baseada na agricultura, pecuária e turismo, enquanto as comunidades ribeirinhas ao longo do Rio das Mortes dependem principalmente da pesca artesanal para a sua subsistência (Zacarkim et al. 2015). Os pescadores ribeirinhos incluídos neste estudo são integrantes da Colônia de Pescadores Z-09, sediada na cidade de Barra do Garças, Mato Grosso. Eles submetem regularmente a Declaração Individual de Pesca para reportar os seus resultados semanais de pesca, aderem aos regulamentos que proíbem o uso de equipamento predatório e cumprem os requisitos de tamanho mínimo de captura para cada espécie (Lima 2010). Em 2023, havia 80 pescadores profissionais e artesanais cadastrados nos municípios de Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio, segundo dados do SISRGP 4.0 (Brasil 2023).

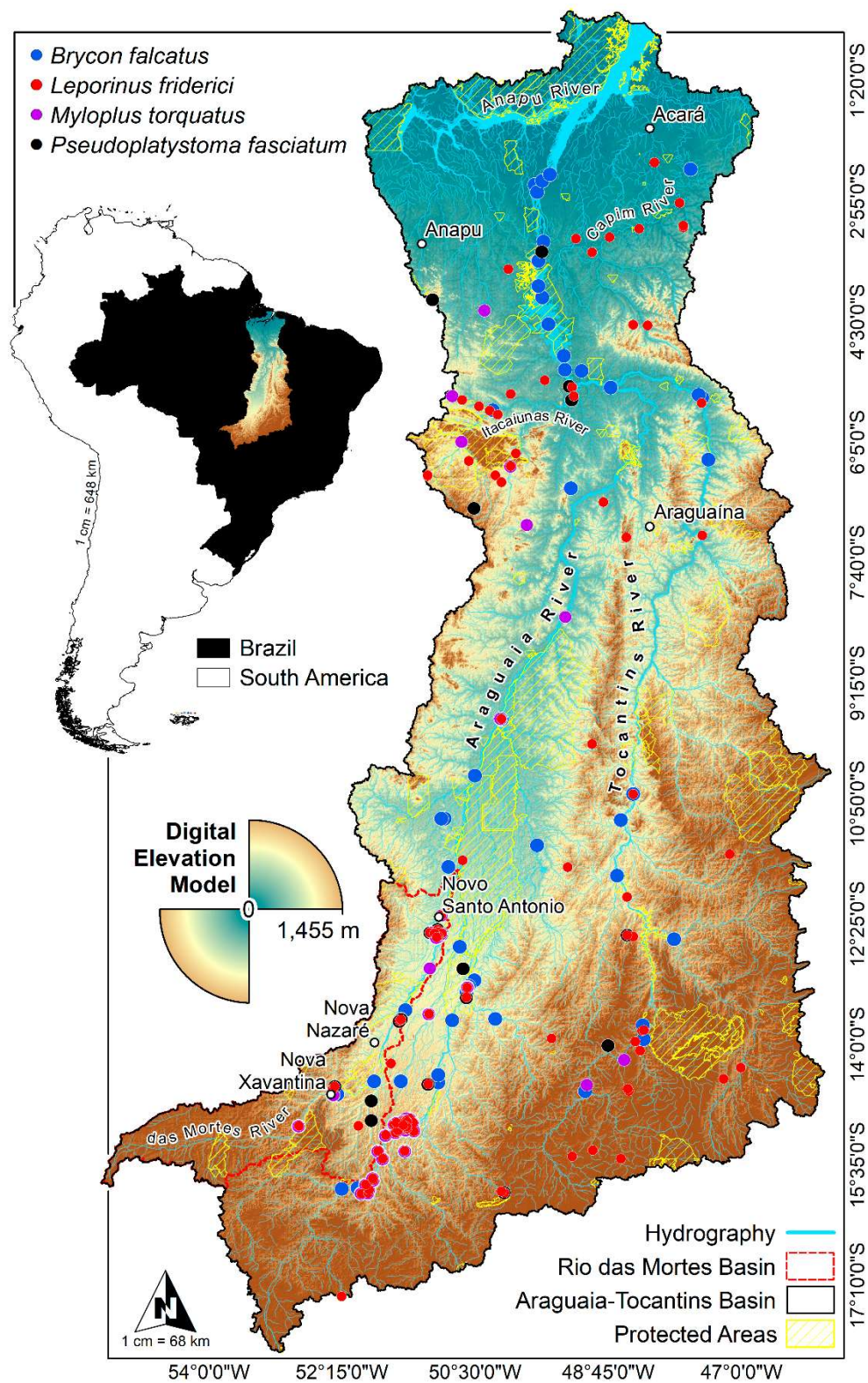


Figura 1. Localização das bacias Araguaia-Tocantins (contorno preto) e Rio das Mortes (contorno pontilhado vermelho) e da sede dos municípios de Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio, no estado de Mato Grosso, região central do Brasil, onde coletamos dados sobre as espécies de peixes mais capturadas no Rio das Mortes. Complementado por registros de ocorrência das espécies *Pseudoplatystoma fasciatum* (conhecida localmente como cachara), *Brycon falcatus* (voadeira ou matrinxã), *Myloplus torquatus* (pacu) e *Leporinus friderici* (piauí-três-pintas), bem como a delimitação de áreas protegidas, modelo de elevação digital e hidrografia.

Entrevistamos ribeirinhos, pescadores e moradores próximos ao Rio das Mortes para determinar as quatro espécies de peixes mais pescadas, consumidas e vendidas, totalizando 105 pessoas, sendo 37 em Nova Xavantina, 33 em Nova Nazaré e 35 em Novo Santo Antônio. Para selecionar os entrevistados, aplicamos o método de amostragem Bola de Neve (Goodman 1961), onde os participantes iniciais (sementes) sugeriram novos participantes, até que as indicações se repetissem e se completasse uma rede de informantes. Durante as visitas e entrevistas, sempre que era mencionada alguma espécie de peixe (nome popular local), solicitávamos ver um exemplar recém-capturado ou refrigerado e, caso não estivesse disponível, mostrávamos fotos e/ou imagens para confirmar a identificação da espécie. Exemplares das espécies analisadas neste estudo estão depositados na Coleção Ictiológica do *Campus* de Nova Xavantina, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT: 587/GL38, 480/GL12, 1689/GL21 e 2026/GL101).

Modelando as espécies selecionadas

Para modelar as quatro espécies de peixes mais citadas nas entrevistas, focamos na Bacia Araguaia-Tocantins, que forneceu um grande banco de dados georreferenciados para cada espécie (Fig. 1). Após a seleção das espécies, compilamos registros de ocorrência obtidos de coleções digitais disponíveis no *speciesLink* (<http://splink.org.br>), *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; <http://gbif.org>) e no *FishBase* (<http://fishbase.org>), em artigos científicos, dissertações, teses e dados da Coleção Ictiológica do *Campus* Nova Xavantina (UNEMAT). Extraímos registros geoespaciais para a fronteira do Brasil e filtramos para a Bacia Araguaia-Tocantins para desenvolver os modelos. Utilizamos 19 variáveis climáticas e de altitude (Tabela Suplementar S1) da plataforma WorldClim (<http://worldclim.org>) com resolução espacial de 2,5 minutos de arco (~5 km no equador; Hijmans et al. 2005). Para eliminar a multicolinearidade, utilizamos o *Variance Inflation Factor* (VIF) permitindo reduzir a dimensionalidade destas variáveis, por meio do pacote ‘usdm’ (Naimi 2017). Adotamos um valor $VIF < 5$ como valor de corte para alta colinearidade (Zuur et al. 2010), e a análise resultou em sete variáveis ambientais sem multicolinearidade (Tabela 1). Utilizando a terminologia *MaxEnt* avaliamos a importância de cada variável para cada espécie (Elith e Leathwick 2009; Phillips et al. 2009).

Para identificarmos os potenciais efeitos das mudanças climáticas na distribuição espacial das espécies, selecionamos simulações futuras das variáveis ambientais sob o

cenário mais pessimista de mudanças climáticas, com base no *Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP6; Eyring et al. 2016). O CMIP6 tem sete cenários de emissões de gases com efeito estufa denominados “Percurso Socioeconômico Partilhado”, com a sigla SSP em inglês (Meinshausen et al. 2020). Utilizando o WorldClim 2.0, selecionamos o cenário SSP5-8.5, que projeta um aumento nas emissões de gases e um aumento de temperatura de +8,5 °C entre 2021 e 2040, sendo considerado um cenário “pessimista” (Moss et al. 2008, 2010), permitindo avaliar o impacto potencial das mudanças climáticas nas quatro espécies atualmente mais pescadas no Rio das Mortes, no sul da Amazônia.

Para as projeções anteriores, utilizamos o período do Último Máximo Glacial [LGM: ~21.000 anos atrás (Sato et al. 2021)] e selecionamos os Modelos de Circulação Global (GCMs) que projetavam cenários mais extremos em termos de temperatura e precipitação. Selecionamos GCMs que produzem simulações das variáveis ambientais atuais em SSP5-8.5 do CMIP6 e realizamos uma análise de cluster baseada na distância entre os nove GCMs disponíveis no WorldClim 2.0 (Hijmans et al. 2005; Fick e Hijmans 2017; Alvarez et al. 2020). Finalmente, utilizamos o Modelo de Investigação Interdisciplinar sobre o Clima nº 6 (MIROC6) para avaliar as previsões climáticas e as projeções futuras (Tatebe et al. 2019). Adotamos os mesmos procedimentos de recorte e escalonamento para as variáveis passadas, atuais e futuras.

Aplicamos três algoritmos para modelar nossas espécies: *MaxEnt* (Phillips et al. 2006), GLM (Guisan et al. 2002) e *Random Forest* (Breiman 2001), usando o pacote SDM (VanDerWal et al. 2019; Alvarez et al. 2020, 2021). Selecionamos esses algoritmos para equilibrar as análises com base em dois critérios: i) nas categorias propostas por Franklin (2010), ou seja, Envelope e Similaridade, Estatística/Regressão e Aprendizado de Máquina e ii) no tipo de dados necessários para calibração do modelo (apenas presença, presença e ausência, presença e histórico). Mantivemos todos os algoritmos em suas configurações padrão e geramos o número de pseudo-ausências da mesma forma que o número de registros de ocorrências para algoritmos que requerem dados de presença e ausência (Barbet-Massin et al. 2012). Para o *MaxEnt* utilizamos 10.000 registros de ocorrências aleatórias na área de estudo para representar o *background*. Calibramos os algoritmos restantes apenas com dados de presença e cada conjunto de pseudo-ausências passou por cinco repetições, resultando em um total de 60 modelos para cada algoritmo.

Avaliamos os modelos pela métrica *True Skill Statistics* (TSS), ou verdadeira habilidade estatística (Allouche et al. 2006) e apenas os modelos com TSS > 0,4 foram

incluídos nas análises subsequentes, pois exibiram maior capacidade discriminativa do que o esperado pelo acaso (Zhang et al. 2015). Adicionalmente, aplicamos o limite independente da área sob a curva de operação do receptor (ROC AUC) para validar o teste que discrimina áreas de omissão de áreas com ocorrência conhecida e indica se o modelo era adequado ou não (Obuchowski 2005). Para estas estatísticas descritivas, valores próximos de 1 indicam excelente desempenho do modelo e valores inferiores a 0,5 indicam modelos inadequados (Metz 1986; Elith 2000).

Projetamos os modelos no espaço geográfico usando as variáveis ambientais selecionadas para os intervalos de tempo atuais e futuros em um cenário de aumento de temperatura de +8,5 °C. Para criar um mapa único para cada intervalo de tempo (LGM-presente e presente-futuro) e para o cenário climático (+8,5 °C), combinamos os mapas contínuos somando e calculando a média. Posteriormente, convertimos os mapas contínuos em mapas binários (presença ou ausência) utilizando um limite que maximiza a Sensibilidade de Especificidade (Liu et al. 2005). Como nosso principal interesse era demonstrar as mudanças potenciais na área de nicho de adequação ambiental (ESNs, ou *Environmental Suitability Niche*) para as quatro espécies-alvo, relatamos o LGM, e os ESNs atuais e futuros com base em uma abordagem de modelo conjunto (Grenouillet et al. 2011).

Estado de conservação das espécies e sistema hidrográfico

Selecionamos as áreas protegidas (PAs) designadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) a partir da plataforma *World Database on Protected Areas* (WDPA) para avaliar o estado de conservação das espécies-alvo. As unidades de conservação do WDPA cobrem aproximadamente 12% da superfície da Terra e são essenciais para monitorar a eficácia dos esforços de conservação (<https://www.protectedplanet.net>). Para determinar o *status* de conservação, usamos PAs como máscara de corte para calcular a sobreposição entre previsões binárias de ESNs e PAs. Isso envolveu extrair o número de pixels de cada previsão dentro de cada PA. Embora os modelos obtidos representaram os ESNs das espécies-alvo e se sobrepuseram aos seus valores conhecidos de distribuição geográfica, decidimos delimitar as previsões binárias à rede hidrológica (Figura Suplementar S1). Para isso, usamos um *shapefile* da rede hidrológica regional como máscara de corte (Nardi et al. 2019) e recortamos cada previsão binária a partir desta máscara hidrológica usando QGIS.

RESULTADOS

Espécies mais citadas

As espécies mais citadas pelos pescadores e comunidades ribeirinhas dos municípios avaliados neste estudo foram *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766) – (Pimelodidae), conhecida localmente como cachara, com 90% das citações nas entrevistas; *Brycon falcatus* (Müller & Troschel, 1844) – (Characidae), conhecida como voadeira ou matrinxã, com 74% de citações; *Myloplus torquatus* (Kner, 1858) – (Serrasalminidae), conhecida como pacu, com 68% e, *Leporinus friderici* (Bloch, 1794) – (Anostomidae), nomeada como piau-três-pintas, com 39% das citações nas entrevistas.

Transição entre o último máximo glacial e o período atual

Com base nos modelos de distribuição de espécies (SDMs) obtidos para o último máximo glacial (LGM), verificamos que todas as espécies avaliadas apresentaram diferentes larguras de nicho de adequação ambiental (ESN) e estavam concentradas principalmente nas regiões sudoeste e norte da Bacia Araguaia-Tocantins (Figura 2). As áreas de ESN ocupadas por cada espécie representaram 24,5% da área total da Bacia Araguaia-Tocantins para *B. falcatus*, 34% para *L. friderici*, 8,5% para *M. torquatus* e 12% para *P. fasciatum* (Figura 2a-d; Tabela Suplementar S2). Quando analisamos as mudanças nas áreas de ESN entre o LGM e o cenário atual, incluindo ganhos, perdas e estabilidade espacial, observamos que *B. falcatus* e *P. fasciatum* aumentaram sua área de ESN em 12% e 16%, respectivamente. Enquanto *M. torquatus* reduziu sua área de ESN em 55% e *L. friderici* o fez em 64% (Tabela Sup. S2). Todas as quatro espécies apresentaram maiores perdas de nicho na região sudoeste da Bacia Araguaia-Tocantins (Figura 2). Entre as espécies alvo, *P. fasciatum* apresentou os maiores ganhos na área do nicho, enquanto *L. friderici* sofreu as maiores perdas (Figura 2a-d).

Distribuição atual das espécies e variáveis ambientais

No cenário atual, ao considerarmos a Bacia do Rio das Mortes, verificamos que *P. fasciatum* ocupa 31% de seu nicho de adequação ambiental (ESN) dentro da bacia. Da mesma forma, *B. falcatus* cobre 12,3% de seu ESN, *M. torquatus* ocupa 6,5% e *L. friderici* abrange apenas 4% de sua área de ESN dentro da área total da Bacia do Rio das Mortes (Figura 2a-d; Tabela S2). As previsões dos ESNs para as quatro espécies-alvo no cenário atual estão predominantemente localizadas na parte oriental da Bacia do Rio das

Mortes, na área que corresponde à extensão geográfica de dois dos três municípios avaliados neste estudo, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio (Figura 2a-d).

A espécie, com maior número de registros de ocorrência, utilizada para a construção dos SDMs foi *L. friderici*, seguida por *B. falcatus*, *P. fasciatum* e *M. torquatus* (Tabela 1). A aplicação de três algoritmos para estimar as áreas de ESN resultou em valores consistentemente elevados de AUC e TSS, indicando desempenho preditivo “muito bom” (Elith 2000) e ajustes espaciais alinhados com a biogeografia das espécies (Tabela 1). Em relação às variáveis ambientais que melhor explicaram a distribuição espacial atual, a altitude emergiu como a mais significativa entre as espécies avaliadas (Tabela 1). Entretanto, as espécies apresentaram respostas distintas às variáveis ambientais: *L. friderici* e *B. falcatus* também demonstraram sensibilidade à precipitação do trimestre mais frio, *M. torquatus* exibiu resposta à precipitação do mês mais seco, e *P. fasciatum* apresentou sensibilidade à amplitude térmica diária (Tabela 1).

Tabela 1. Desempenho estatístico dos algoritmos e contribuição percentual das variáveis ambientais com maiores efeitos nas respostas espaço-temporais das espécies-alvo, incluindo o número de registros de ocorrências considerados nos modelos (N), os algoritmos utilizados (*MaxEnt*, RF= *Random Forest*, GLM= modelo linear geral), os valores médios de área sob a curva (AUC) e a estatística de habilidade verdadeira (TSS). Bio2: Faixa de temperatura média diurna, Bio3: Isotermalidade, Bio13: Precipitação do mês mais úmido, Bio14: Precipitação do mês mais seco, Bio15: Sazonalidade da precipitação (Coeficiente de Variação), Bio19: Precipitação do trimestre mais frio e Bio20: Altitude.

Desempenho dos algoritmos					
Modelagem		<i>B. falcatus</i>	<i>L. friderici</i>	<i>M. torquatus</i>	<i>P. fasciatum</i>
AUC	N	116	977	53	72
	MaxEnt	0,87	0,91	0,86	0,81
	RF	0,92	0,90	0,90	0,83
	GLM	0,61	0,68	0,81	0,76
TSS	MaxEnt	0,80	0,84	0,81	0,89
	RF	0,87	0,88	0,80	0,73
	GLM	0,41	0,58	0,75	0,67
Variáveis Ambientais	Bio2	15,15	2,75	1,13	30,07
	Bio3	3,41	12,25	1,80	0,28
	Bio13	9,91	0,00	0,10	5,97
	Bio14	0,04	11,41	33,58	23,63
	Bio15	2,50	0,73	3,26	1,31
	Bio19	18,51	36,04	2,46	0,58
	Bio20	50,45	36,79	57,64	38,12

Distribuição futura e conservação atual das espécies

Os padrões futuros das áreas de ESN refletem as diferentes características de resistência, resiliência e resposta ambiental das espécies-alvo: *L. friderici* deverá aumentar a largura do seu nicho, *B. falcatus* manterá a fidelidade espacial, *M. torquatus* poderá sofrer mudanças em seu ESN e *P. fasciatum* poderá sofrer perda de habitat adequado (Figura 2). Nossas previsões para futuras ESNs sob um cenário pessimista de emissões de carbono (SSP5-8.5) indicam que, *B. falcatus* e *P. fasciatum* reduzirão suas áreas de ESN, tanto na Bacia Araguaia-Tocantins (-19% e -52%, respectivamente) quanto na Bacia do Rio das Mortes (-33,5% e -41,5%, respec.) (Figura 2e, f, h; Tabela S2). No entanto, face às alterações climáticas, algumas espécies poderão apresentar nichos mais amplos. Por exemplo, esperamos que *M. torquatus* aumente o seu nicho de adequação ambiental em comparação ao cenário atual, com uma expansão estimada de 9,5% na Bacia Araguaia-Tocantins e 40% na Bacia do Rio das Mortes (Figura 2g; Tabela S2). Em um caso extremo, *L. friderici* poderia potencialmente expandir sua futura área de adequação ambiental em até 157% na Bacia Araguaia-Tocantins (Figura 2f; Tabela S2).

As áreas protegidas (PAs) do banco de dados mundial de unidades de conservação (WDPA), destinadas à conservação da biodiversidade atual, conseguem conservar até 20% dos ESNs das espécies-alvo da Bacia Araguaia-Tocantins: *Brycon falcatus* (20%), *Pseudoplatystoma fasciatum* (16%), *Myloplus torquatus* (15%) e *Leporinus friderici* (11%) (ver Figura 3). Na Bacia Araguaia-Tocantins, as PAs abrangem 21% da área total da bacia, enquanto na Bacia do Rio das Mortes, as PAs respondem por apenas 14,5% da área total.

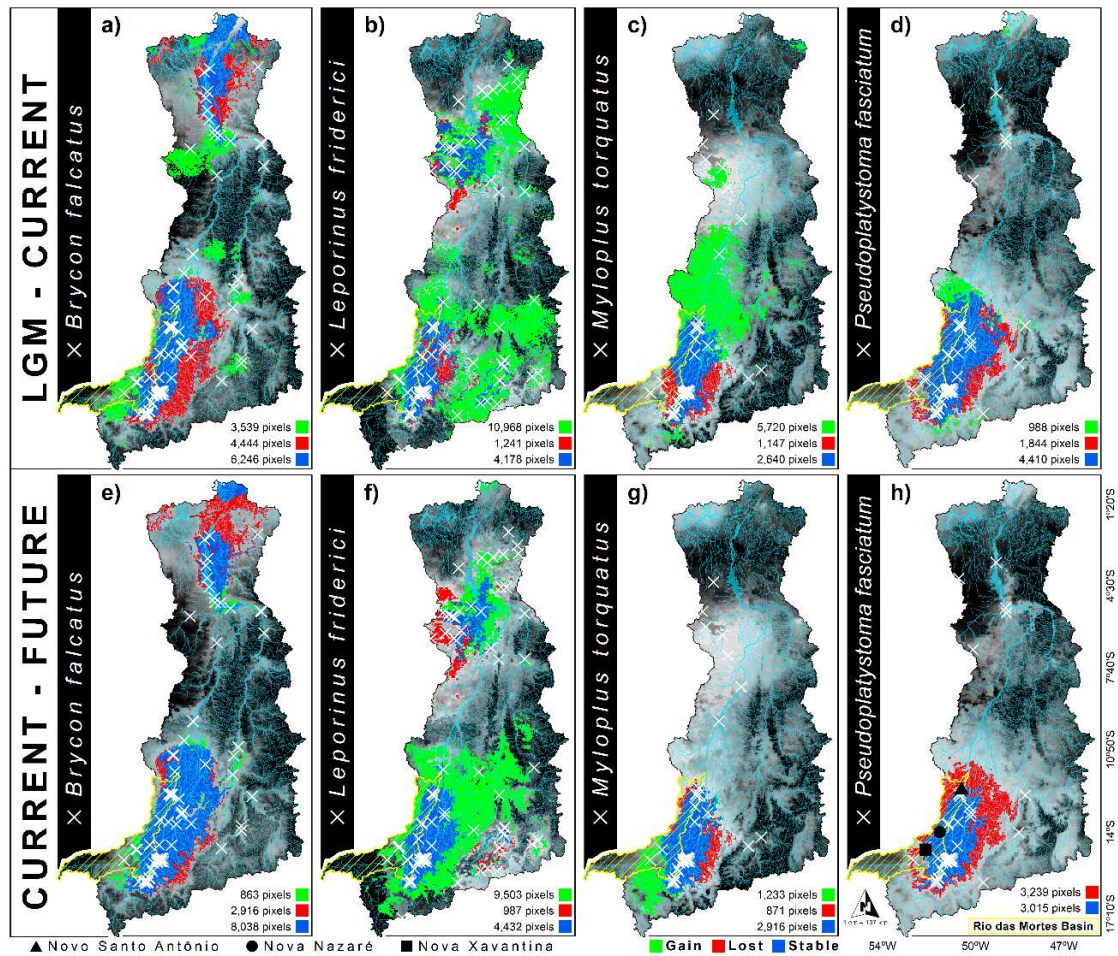


Figura 2. Nichos de adequação ambiental (ESNs) para as bacias Araguaia-Tocantins (contorno preto) e do Rio das Mortes (contorno amarelo) e padrões espaço-temporais de transição do cenário passado (LGM: Último Máximo Glacial) para o atual (a-d) e do cenário atual (current) para o futuro (e-h). As cores representam perdas (vermelho), ganhos (verde) e estabilidade (azul) dos ESNs das espécies-alvo.

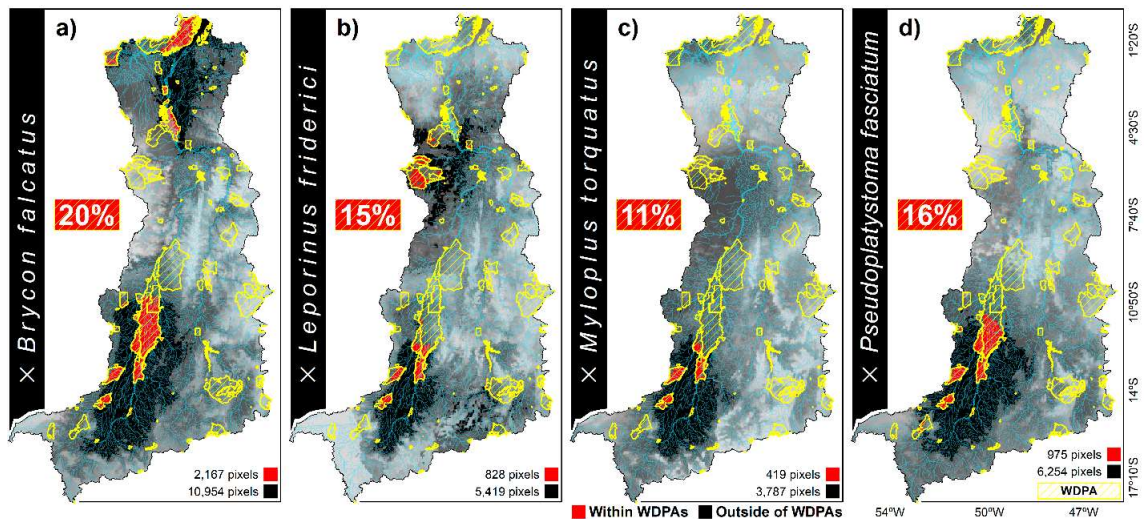


Figura 3. Previsões contínuas de adequação ambiental [escala de cinza: branco (menor adequação ambiental) e preto (maior adequação ambiental)] e previsões binárias de adequação ambiental para nichos (ESNs, cor preta) dentro de Áreas Protegidas (PAs, contorno amarelo preenchido em vermelho) e fora delas (apenas contorno amarelo). Os percentuais representam as proporções de ESNs das espécies-alvo, sobrepostas às PAs destinadas à conservação da biodiversidade nos limites da Bacia Araguaia-Tocantins.

DISCUSSÃO

Espécies mais citadas

A espécie mais citada nas entrevistas foi *Pseudoplatystoma fasciatum*, conhecida por seu grande porte, carne com baixo teor de gordura e ausência de ossos intramusculares, o que a torna altamente valiosa comercialmente (Cruz 2018). *B. falcatus* foi a segunda espécie mais citada e é importante para a pesca esportiva e para a subsistência das comunidades ribeirinhas (Matos et al. 2020). A terceira espécie mais mencionada foi *M. torquatus*, tem ampla distribuição na América do Sul, com maiores densidades populacionais associadas à Bacia Amazônica (Nico et al. 2017). Em escala regional, é uma das espécies mais consumidas no estado de Mato Grosso (Lopes et al. 2018). Com menos registros, *L. friderici* é procurada pelos pescadores locais como isca para capturar peixes maiores (Ferreira et al. 1998).

Estudos com foco na riqueza, diversidade e abundância de espécies de peixes nas bacias Araguaia-Tocantins e do Rio das Mortes confirmam a presença das quatro espécies avaliadas no presente estudo (Melo et al. 2005, 2007; Lima et al. 2021). Isto ressalta a importância de avaliarmos a ocorrência atual e futura de espécies com interesse econômico e alimentar, especialmente quando os atores sociais que dependem dessas espécies são vulneráveis devido a atividades antropogênicas negativas, tal como é o caso de muitas comunidades ribeirinhas da Amazônia (Pinho et al. 2014; Lázaro et al. 2020).

Variáveis ambientais e biogeografia das espécies

Por se tratar de uma escala de tempo muito ampla, sugerimos que as mudanças climáticas durante o período interglacial, como a diminuição da temperatura e da concentração de oxigênio nos rios (Salvatecci et al. 2022; Agiadi et al. 2023), podem ter levado a uma expansão da adequação do nicho ambiental de *B. falcatus* e *P. fasciatum*, enquanto *M. torquatus* e *L. friderici* provavelmente sofreram uma redução, particularmente na porção sudoeste da Bacia Araguaia-Tocantins. A atual área de ocorrência destas espécies está sujeita a um clima sazonal caracterizado por elevados níveis de precipitação, principalmente entre dezembro e março (Marimon et al. 2012; Rosin et al. 2015). Notavelmente, esta variável ambiental foi um dos preditores que influenciaram a distribuição geográfica atual de três das quatro espécies avaliadas (*M. torquatus*, *P. fasciatum* e *L. friderici*). Portanto, a atual concentração das espécies-alvo nas porções sudoeste da Bacia Araguaia-Tocantins e na porção nordeste da Bacia do Rio

das Mortes pode estar associada à extensa área de inundação sazonal da Planície Sedimentar do Bananal, também conhecida como Pantanal do Araguaia (Martini 2006; Marimon et al. 2008, 2012). Esta paisagem topográfica abrange uma vasta região onde o pulso de inundação sazonal regula a ocorrência e distribuição de espécies dependentes da fluviometria anual, com os ciclos de cheia influenciando os comportamentos migratórios, os hábitos alimentares e a reprodução dessas espécies aquáticas continentais (Lima et al. 2021). Por exemplo, *M. torquatus* depende do período de cheia para otimizar sua alimentação, reprodução e procura de abrigo (Beltrão e Soares 2018).

A altitude foi a variável que mais contribuiu para determinar a atual distribuição geográfica das quatro espécies na Bacia do Rio das Mortes. Esta variável influencia diretamente as condições hidrodinâmicas e geomorfológicas dos rios, modelando a presença, abundância e riqueza de espécies (Rodrigues et al. 2011), sendo um dos preditores com maior efeito nos padrões de distribuição espaço-temporal da ictiofauna tropical (Suárez e Petrere Júnior 2007). Neste cenário, à medida que a altitude diminui, a superfície e a profundidade do rio aumentam, proporcionando habitats adequados para espécies de peixes de maior porte. É o caso de algumas espécies aqui avaliadas, como *P. fasciatum*, que não é apenas a maior, mas também a espécie mais citada por pescadores e ribeirinhos, com alto valor comercial no Brasil (Romagosa et al. 2003; Crepaldi et al. 2006). A distribuição atual de *P. fasciatum* também foi influenciada pela faixa de temperatura, o que pode causar alterações significativas nas propriedades estruturais e ecofisiológicas dos peixes (Ribeiro 2012). De fato, o aumento da temperatura da água pode modificar aspectos comportamentais e causar alterações no desenvolvimento ovariano desta espécie, acelerando processos ontogenéticos que impactam a idade e as classes de tamanho dos peixes, afetando assim a atividade pesqueira e a economia local (Winfield et al. 2016).

Ao longo de seus 1.200 km de extensão, o Rio das Mortes se destaca por conter extensas áreas preservadas, terras indígenas e unidades de conservação, como o Parque Estadual do Araguaia, o Refúgio de Vida Silvestre “Quelônios do Araguaia” e a Área de Proteção Ambiental Rio das Mortes (SEPLAN 2008). No entanto, de acordo com as nossas estimativas, apenas 20% dos nichos ambientais das espécies-alvo estão sendo cobertos por áreas protegidas dedicadas à conservação da biodiversidade regional. Vale ressaltar que não obtivemos previsões de ESNs, nem atuais e nem futuras, associadas à porção sudoeste da Bacia do Rio das Mortes, especificamente nos limites do município de Primavera do Leste, em Mato Grosso. Esta é justamente a região menos preservada e

fortemente impactada por atividades agrícolas de grande escala, como soja, milho, algodão e pecuária (Rosin et al. 2015; Alcântara e Fioravanti 2021). Há estudos mostrando que as atividades antrópicas influenciam a dinâmica espaço-temporal de *B. falcatus* e outras espécies do mesmo gênero, levando algumas populações à extinção (Matos et al. 2016, 2020). Uma razão sugerida para a vulnerabilidade de *B. falcatus* às ações antrópicas é a sua total dependência da vegetação ciliar (Matos et al. 2016; Borges 2018). Neste caso, considerando a forte dependência da ictiofauna da integridade ambiental e da preservação da vegetação ciliar (Teresa et al. 2015; Matos et al. 2016), espera-se que nossas previsões possam orientar futuros planos de gestão, mitigação e conservação desta espécie

Isso reforça a necessidade do estrito cumprimento da legislação brasileira que garante a integridade das Áreas de Preservação Permanente (Brasil 2012a, b). A adesão a estes regulamentos não só garante a manutenção da qualidade física e química da água, mas também garante a sobrevivência de espécies que dependem de diversos ecossistemas aquáticos para completar os seus ciclos de vida (Couto e Aquino 2011; Pinheiro et al. 2015; Dala-Corte et al. 2020). Na verdade, nosso estudo corrobora os achados de Lima et al. (2021), que compararam a ictiofauna de diferentes trechos das bacias do Rio Araguaia e do Rio das Mortes e constataram que a abundância e a riqueza de espécies são maiores em áreas conservadas e preservadas.

Variáveis ambientais e tendências futuras de distribuição das espécies

Num futuro mais seco e quente (+8,5 °C), espera-se que *B. falcatus* e *P. fasciatum* apresentem áreas de nicho de adequação ambiental (ESNs) reduzidas, enquanto *M. torquatus* poderia potencialmente expandir sua ESN em ambas as bacias hidrográficas aqui avaliadas. Por outro lado, *L. friderici* pode aumentar sua ESN na Bacia Araguaia-Tocantins e diminuir na Bacia do Rio das Mortes. A diminuição da ESN para *B. falcatus* provavelmente está relacionada às mudanças na complexidade estrutural do habitat, que muitas vezes resultam de alterações ambientais e climáticas, como desmatamento, incêndios, atividades agrícolas e construção de barragens (Falcão et al. 2021). Por ser uma espécie que migra em épocas reprodutivas, durante o período chuvoso, sua ocorrência está tipicamente associada à vegetação ribeirinha, pois sua dieta consiste principalmente de frutos, sementes e flores (Matos et al. 2016). Além disso, como dispersora de sementes de árvores nativas, *B. falcatus* desempenha um papel vital nos ecossistemas de matas ciliares (Borges 2018). Assim, num cenário futuro, diminuições

populacionais de *B. falcatus* poderão impactar a dispersão de espécies de árvores, afetando as florestas ribeirinhas e a biodiversidade associada, levando a efeitos cumulativos, em cascata e sinérgicos.

Pseudoplatystoma fasciatum, outra espécie migratória que depende de chuvas e pulsos de inundação para completar o seu ciclo de vida (Burgess 1989; Romagosa et al. 2003), provavelmente também será afetada em cenários climáticos futuros. Na verdade, os modelos climáticos projetam aumentos de temperatura juntamente com reduções regionais e mudanças nos padrões de precipitação, resultando em variações nos pulsos de inundação e na fluviometria (Jiménez-Muñoz et al. 2016; IPCC 2023). Além disso, *P. fasciatum* é um predador de topo que ajuda a manter as funções do ecossistema aquático (Crepaldi et al. 2006). Assim, a futura redução da área de nicho de *P. fasciatum* em ambas as bacias não só coloca em perigo a sobrevivência da própria espécie na região, mas também ameaça o controle e a regulação da densidade populacional de várias espécies de presas (Silva et al. 2014).

O futuro declínio na área do nicho de *P. fasciatum* e *B. falcatus* pode estar relacionado ao aumento da temperatura, que afeta importantes eventos comportamentais cíclicos, como mudanças reprodutivas e a busca por abrigo ou nichos de alimentação (Winfield et al. 2016; Lima et al. 2021). As atividades antrópicas que levam à degradação e simplificação dos ecossistemas, incluindo a degradação da vegetação ribeirinha e o represamento dos rios, alteram e reduzem o fluxo de água, impactando particularmente espécies migratórias como *P. fasciatum* e *B. falcatus* (Teresa et al. 2015; Souza et al. 2016; Andrade et al. 2018). Ao mesmo tempo, entre todas as espécies avaliadas neste estudo, *P. fasciatum* e *B. falcatus* apresentam tamanhos corporais maiores, o que as torna ainda mais vulneráveis a cenários futuros caracterizados por condições mais quentes e secas (Audzijonyte et al. 2020; Salvatecci et al. 2022; Agiadi et al. 2023). Pereira et al. (2023) avaliaram a vulnerabilidade da sobrepesca entre 37 espécies de peixes exploradas comercialmente na Bacia Amazônica e observaram que *P. fasciatum* é altamente vulnerável.

As projeções de mudanças climáticas para as bacias Araguaia-Tocantins e do Rio das Mortes indicam a redução na precipitação e o aumento no período de seca (Jiménez-Muñoz et al. 2016; IPCC 2023). Prevê-se que estas mudanças tenham um impacto significativo na estrutura e dinâmica dos rios e na vegetação ciliar, levando a alterações irreversíveis nos ecossistemas aquáticos e à perda de nichos ambientais para a biodiversidade (Teresa et al. 2015; Petesse e Petrere Junior 2012; Dala-Corte et al. 2020;

Pellicice et al. 2021). Consequentemente, a perda de habitats e a redução dos recursos alimentares resultantes das alterações climáticas e ambientais contribuirão para uma futura diminuição da biodiversidade regional e da área de nicho destas espécies de peixes (Beltrão e Soares 2018; Alvarez et al. 2020). Ao analisarmos os dados temporais entre 1985 e 2021, fornecidos pelo MapBiomass (2023), abrangendo a Bacia do Rio das Mortes e parte da Bacia do Rio Araguaia, observamos uma perda de aproximadamente 30% na superfície fluviométrica. Isto sugere que o declínio futuro previsto na área de nicho das espécies aqui avaliadas poderá ocorrer ainda mais cedo do que o esperado.

A única espécie para a qual haverá uma previsão de aumento futuro na área de nicho de adequação ambiental em ambas as bacias hidrográficas aqui avaliadas foi *M. torquatus*. Estudos similares realizados em outros rios da Amazônia, envolvendo *M. torquatus*, congêneres e outras espécies frugívoras, têm mostrado consistentemente que sua dieta permanece ampla e generalista, independentemente do pulso de inundação (Correa e Winemiller 2014). Na verdade, os referidos autores observaram que durante o período seco, *M. torquatus* consome principalmente alimentos autóctones, como algas filamentosas. Além disso, por ser uma espécie que ajusta o seu ciclo de vida às chuvas e à fluviometria (Melo et al. 2005), a plasticidade trófica pode ser uma adaptação importante em ambientes sujeitos à inundações sazonais (Röpke et al. 2014) e sob novas condições climáticas e ambientais previstas para o futuro.

Na escala da Bacia Araguaia-Tocantins, nossas análises também previram uma expansão das áreas de nicho para *L. friderici* em cenários futuros de mudanças climáticas. Essa expansão pode estar relacionada a ambientes que sofrem inundações periódicas, proporcionando maior abundância de recursos tróficos (Garavello 1992; Röpke et al. 2014; Beltrão e Soares 2018). Além disso, *L. friderici* demonstra comportamento oportunista e emprega uma estratégia trófica diversificada, permitindo-lhe ocupar diferentes nichos e explorar novos recursos alimentares (Goulding 1980; Gerking 1994; Röpke et al. 2014). Tais características podem indicar uma resposta adaptativa desta espécie às futuras alterações climáticas (Hahn e Fugi 2007; Silva et al. 2014). Consequentemente, tanto *L. friderici* quanto *M. torquatus* podem desempenhar um papel significativo na pesca artesanal e as comunidades ribeirinhas poderão se beneficiar concentrando seus esforços nessas espécies, uma vez que as áreas de ocorrência das outras duas espécies avaliadas neste estudo deverão diminuir.

As alterações climáticas e ambientais previstas para o futuro, juntamente com o esperado declínio nas populações de *B. falcatus* e *P. fasciatum*, poderão afetar as

comunidades ribeirinhas que exploram economicamente estas espécies, uma vez que representam um importante recurso para as comunidades (Cunha e Costa Silva 2019; Pereira et al. 2023). Isto reforça a importância de avaliarmos os padrões de distribuição atuais e futuros de espécies de interesse econômico e alimentar, especialmente quando os atores sociais envolvidos podem enfrentar vulnerabilidade devido às mudanças climáticas e ambientais (Pinheiro et al. 2015; Lázaro et al. 2020).

Em geral, as comunidades tradicionais possuem a capacidade de se adaptarem às mudanças ambientais e até de responderem por meio de estratégias culturais adaptativas. No entanto, estas comunidades necessitam de assistência devido ao aumento da frequência, da intensidade e da gravidade dos eventos climáticos extremos, que estão reduzindo a sua capacidade de interpretar os sinais da natureza (Catitu 2016). Consequentemente, os impactos socioeconômicos estão ultrapassando a sua capacidade de enfrentamento a tais desafios (Pinho et al. 2014). Assim, quando consideramos que o 13º objetivo da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável recomenda “ações urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos” (ODS 2021), é essencial identificarmos os habitats críticos e as áreas vulneráveis para a ictiofauna e propormos a implementação de políticas governamentais eficazes e urgentes para mitigar os impactos nas populações humanas vulneráveis que dependem destas espécies de peixes (Schmidt et al. 2021). Adotar uma abordagem holística que inclui regulamentações novas ou melhoradas nas atividades de pesca em regiões tropicais para mitigar os impactos negativos nos estoques pesqueiros pode representar um começo promissor (Pereira et al. 2023).

Conservação das espécies

As atuais áreas protegidas da Bacia Araguaia-Tocantins são capazes de conservar entre 11% e 20% das ESNs das espécies-alvo, sendo que apenas uma (*B. falcatus*) supera a meta de conservação de 17% proposta na Meta 11 de Aichi (CBD 2020n). Numa avaliação global, Hanson et al. (2020) verificaram que o percentual médio de partições de nicho climático adequadamente representadas por espécie variou de 28,2% a 39,4%. Estes valores indicam que as quatro espécies aqui estudadas não tiveram seus nichos adequadamente representados dentro das áreas protegidas existentes. As atuais áreas protegidas na Bacia do Rio das Mortes (14,5%) também ficaram aquém do recomendado nas metas de Aichi e da Convenção da Diversidade Biológica brasileira (CBD 2020;

MMA 2023b). Para atingir a meta de proteção seria necessária uma cobertura adicional de aproximadamente 25 mil hectares de área protegida na Bacia do Rio das Mortes.

Os ecossistemas de água doce no Brasil e no mundo têm sofrido impactos e degradação crescentes (Grill et al. 2019) e alguns estudos propuseram diferentes estratégias de conservação, incluindo o estabelecimento de novas áreas protegidas (Azevedo-Santos et al. 2019; Farias et al. 2019); Lima et al. 2021), visto que a complexidade da proteção das águas continentais sugere que pode ser necessário englobar áreas maiores do que as sugeridas para atingir a meta de proteção dos ambientes terrestres (Abell et al. 2007). Estes estudos destacam a eficácia limitada das áreas protegidas atuais na proteção da biodiversidade de água doce, o que está alinhado com as conclusões do nosso estudo. Portanto, enfatizamos a necessidade urgente da criação de novas áreas protegidas que englobem ambientes de água doce em Mato Grosso, especialmente considerando que o Brasil se comprometeu a atingir as metas estabelecidas nas Metas de Biodiversidade de Aichi (CBD 2020).

Nos limites da Bacia Araguaia-Tocantins está um dos 27 sítios RAMSAR brasileiros, o Parque Nacional do Araguaia – Ilha do Bananal (MMA 2023a). Portanto, a Planície de Inundação do Araguaia é estratégica para a conservação de espécies de água doce e ribeirinhas que habitam a transição entre os dois maiores biomas brasileiros, o Cerrado e a Amazônia (Latrubesse et al. 2019). Ter apenas um sítio RAMSAR nesta vasta área é insuficiente para garantir a proteção desta importante planície de inundação. Assim, propomos aqui a criação de mais um sítio RAMSAR na Bacia Araguaia-Tocantins que, além de garantir a conservação da biodiversidade, poderá contribuir para a conservação de importantes espécies de peixes utilizadas na alimentação e no sustento de comunidades ribeirinhas e tradicionais.

CONCLUSÃO

Nossas projeções mostraram que a distribuição geográfica atual das espécies-alvo foi determinada diferencialmente pelas condições climáticas e pela integridade dos habitats, como a ocorrência de áreas protegidas, sendo essenciais para a persistência dessas espécies e de seus ESNs. Nos cenários estudados, o último máximo glacial (LGM) permitiu a identificação de padrões históricos espaciais e biogeográficos. Apesar da fidelidade espacial observada desde o LGM até o presente, tanto no cenário atual quanto no futuro, grandes áreas se tornarão inadequadas para *P. fasciatum* e *B. falcatus*. Contudo,

os impactos das alterações climáticas sobre a ictiofauna são diferenciais e é possível que *M. torquatus* e *L. friderici* não sejam afetadas pelos aumentos de temperatura no futuro.

As áreas protegidas atuais são insuficientes para representar adequadamente os ESNs das espécies avaliadas, exigindo a criação de novas áreas protegidas. Essas informações poderão contribuir para a melhoria da gestão dos recursos pesqueiros da Bacia do Rio das Mortes, possibilitando recomendar e implementar políticas públicas que promovam a pesca controlada e a proteção dessas quatro espécies, importantes para as comunidades locais, pescadores e populações ribeirinhas ao longo da fronteira sul-amazônica.

REFERÊNCIAS

- Abell, R.; Allan, J.D.; Lehner, B. 2007. Unlocking the potential of protected areas for freshwaters. *Biological Conservation* 134: 48–63.
- Agiadi, K.; Quillévéré, F.; Nawrot, R.; Sommeville, T.; Coll, M.; Koskeridou, E.; et al. 2023. Palaeontological evidence for community-level decrease in mesopelagic fish size during Pleistocene climate warming in the eastern Mediterranean. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 290: 20221994.
- Alcântara, W.M.D.; Fioravanti, L.M. 2017. O agronegócio globalizado no Sudeste Mato-Grossense: o caso de Primavera do Leste. *Revista Acadêmica do IFMT Primavera do Leste* 1.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; De Moraes Gonçalves, J.L.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711–728.
- Alvarez, F.; Gerhard, P.; Paiva Silva, D.; Spacek Godoy, B.; Montag, L.F.D.A. 2020. Effects of different variable sets on the potential distribution of fish species in the Amazon Basin. *Ecology of Freshwater Fish* 29: 764–778.
- Alvarez, F.; Da Silva, S.G.; Guevara-Chumacero, L.M.; Fernandes Ferreira, F.; Alvarez Borla, L.; De Sousa, R.F.; et al. 2021. The ghost vampire: spatio-temporal distribution and conservation status of the largest bat in the Americas. *Biodiversity and Conservation* 30: 4359–4377.
- Alvarez, F.; Morandi, P.S.; Marimon-Junior, B.H.; Exavier, R.; Araújo, I.; Mariano, L.H.; et al. 2022. Climate defined but not soil-restricted: the distribution of a Neotropical tree through space and time. *Plant and Soil* 471: 175–191.
- Andrade, B.D.S.; Singh, C.L.; Santos, J.A.; Gonçalves, V.V.C.; Siqueira-Souza, F.K.; Freitas, C.D.C. 2018. Efeitos das mudanças climáticas sobre as comunidades de peixes na Bacia Amazônica. *Revista Ciências da Sociedade* 2(4):107–124.

- Audzijonyte, A.; Richards, S.A.; Stuart-Smith, R.D.; Pecl, G.; Edgar, G.J.; Barrett, N.S.; et al. 2020. Fish body sizes change with temperature but not all species shrink with warming. *Nature Ecology & Evolution* 4: 809–814.
- Azevedo-Santos, V.M.; Frederico, R.G.; Fagundes, C.K.; Pompeu, P.S.; Pelicice, F.M.; Padial, A.A.; et al. 2019. Protected areas: A focus on Brazilian freshwater biodiversity. *Diversity and Distributions* 25: 442–448.
- Barbet-Massin, M.; Jiguet, F.; Albert, C.H.; Thuiller, W. 2012. Selecting pseudo-absences for species distribution models: How, where and how many? *Methods in Ecology and Evolution* 3: 327–338.
- Borges, F.V. 2018. *Quais fatores estão associados à ocorrência de Brycon falcatus (Characiformes, Characidae, Müller & Troschel, 1844) em riachos da bacia do médio rio Araguaia?* Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, 1–28p, (<http://portal.unemat.br/media/files/fernando-borge-ppgec-dissertacao-2016.pdf>).
- Brasil. 2012a. *Law 12727, 17 October 2012. Change the law 12651, 25 May 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.*
- Brasil. 2012b. *Law 12651, 25 May 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.* Diário Oficial da União op.
- Brasil. 2023. Sistema Informatizado do registro Geral da Atividade Pesqueira 4.0. Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/SISRGP.html>. Acessado em: 27 de dezembro de 2023
- Beltrão, H.; Soares, M.G.M. 2018. Variação temporal na composição da ictiofauna do lago e igarapés da reserva de desenvolvimento sustentável RDS-Tupé, Amazônia central. *Biota Amazonia* 8:34–42.
- Breiman, L. 2001. Random Forests. *Machine learning* 45(1):5–32.
- Burgess, W.E. 1989. *An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes*. TFH Pub., Neptune City.
- CBD. 2020. Aichi Biodiversity Targets. *Convention on Biological Diversity*.
- Catitu, 2016. *Para onde foram as andorinhas?* Curta-metragem. Instituto Catitu/Instituto Socioambiental. Apresentado durante a Conferência do Clima de Paris. Disponível em <https://vimeo.com/147353603>.
- Cheng, H.; Sinha, A.; Cruz, F.W.; Wang, X.; Edwards, R.L.; d'Horta, F.M.; et al. 2013. Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. *Nature Communications* 4: 1411.
- Correa, S.B.; Winemiller, K.O. 2014. Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. *Ecology* 95: 210–224.

- Couto, T.B.; Aquino, P.D.P.U.D. 2011. Structure and integrity of fish assemblages in streams associated to conservation units in Central Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9: 445–454.
- Crepaldi, D.; Faria, P.; Teixeira, E. de A.; Ribeiro, L.; Costa, A.; Melo, D. de; et al. 2006. O surubim na aquacultura do Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 30: 150–158.
- Cruz, K.G.O. 2018. *Estrutura genética populacional do surubim (Pseudoplatystoma fasciatum, Linneaus, 1766) na bacia do Pindaré-Mearim e suas implicações para a conservação*. Dissertação, Universidade Federal do Maranhão, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação.
- Cunha, G.D. de O.B.; da Costa Silva, R.G. 2019. Invisibilidades produzidas: o “desaparecimento” das comunidades ribeirinhas nos estudos da hidrelétrica Tabajara (Amazônia brasileira). *Revista Interdisciplinar de Direitos Humanos* 7: 95–116.
- Dala-Corte, R.B.; Melo, A.S.; Siqueira, T.; Bini, L.M.; Martins, R.T.; Cunico, A.M.; et al. 2020. Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region. *Journal of Applied Ecology* 57: 1391–1402.
- Da Silva Mourão, J.; Nivaldo, N. 2006. Pescadores, peces, espacio y tiempo: un abordaje etnoecológico. *Interciencia* 31:358–363.
- Elith, J. 2000. Quantitative Methods for Modeling Species Habitat: Comparative Performance and an Application to Australian Plants. In: *Quantitative Methods for Conservation Biology*, Springer-Verlag, New York, p.39–58.
- Elith, J.; Leathwick, J.R. 2009. Species Distribution Models: Ecological Explanation and Prediction Across Space and Time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 40: 677–697.
- Eyring, V.; Bony, S.; Meehl, G.A.; Senior, C.A.; Stevens, B.; Stouffer, R.J.; et al. 2016. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. *Geoscientific Model Development* 9: 1937–1958.
- Falcão, M.M. da S.; Arcos, A.N.; da Costa, F.S. 2021. Avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos ao longo do rio Preto da Eva no Amazonas, Brasil. *Research, Society and Development* 10: e107101522560–e107101522560.
- Farias, I.P.; Willis, S.; Leão, A.; Verba, J.T.; Crossa, M.; Foresti, F.; et al. 2019. The largest fish in the world’s biggest river: Genetic connectivity and conservation of *Arapaima gigas* in the Amazon and Araguaia-Tocantins drainages. *PloS One* 14: e0220882.
- Ferreira, E.J.G.; Zuanon, J.A.S.; Santos, G.M. dos. 1998. *Peixes comerciais do Médio Amazonas - Região de Santarém, PA*. MMA-IBAMA, Brasília.

- Fick, S.E.; Hijmans, R.J. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37: 4302–4315.
- Franklin, J. 2010. Moving beyond static species distribution models in support of conservation biogeography. *Diversity and Distributions* 16: 321–330.
- Garavello, J.C.; Dos Reis, S.F.; Strauss, R.E. 1992. Geographic variation in *Leporinus friderici* (Bloch) (Pisces: Ostariophysi: Anostomidae) from the Paraná-Paraguay and Amazon River basins. *Zoologica Scripta* 21: 197–200.
- Gerking, S.D. 2014. *Feeding Ecology of Fish*. Elsevier, 443p.
- Goodman, L.A. 1961. Snowball Sampling. *The Annals of Mathematical Statistics* 32: 148–170.
- Goulding, M. 1980. *The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press, 292p.
- Grenouillet, G.; Buisson, L.; Casajus, N.; Lek, S. 2011. Ensemble modelling of species distribution: the effects of geographical and environmental ranges. *Ecography* 34: 9–17.
- Grill, G.; Lehner, B.; Thieme, M.; Geenen, B.; Tickner, D.; Antonelli, F.; et al. 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature* 569: 215–221.
- Guisan, A.; Edwards, T.C.; Hastie, T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157: 89–100.
- Haffer, J. 2008. Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia. *Brazilian Journal of Biology* 68: 917–947.
- Hahn, N.S.; Fugi, R. 2007. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e consequências nos estágios iniciais do represamento. *Oecologia Brasiliensis* 11: 469–480.
- Hanson, J.O.; Rhodes, J.R.; Butchart, S.H.M.; Buchanan, G.M.; Rondinini, C.; Ficetola, G.F.; et al. 2020. Global conservation of species' niches. *Nature* 580: 232–234.
- Hijmans, R.J.; Cameron, S.E.; Parra, J.L.; Jones, P.G.; Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- IPCC. 2023. The Intergovernmental Panel on Climate Change. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023.
- INTERMAT - Instituto de Terras de Mato Grosso. 2008. *Mapa das áreas legalmente protegidas do estado de Mato Grosso*.
- Jiménez-Muñoz, J.C.; Mattar, C.; Barichivich, J.; Santamaría-Artigas, A.; Takahashi, K.; Malhi, Y.; et al. 2016. Record-breaking warming and extreme drought in the

Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016. *Scientific Reports* 6: 33130.

- Joseph, T.W.R.; Joseph, L.C.R.; Pereira, B.D.; Editora da Universidade Federal de Mato Grosso 2011. Trilhas e caminhos: povoamento não indígena no Vale do Araguaia, parte nordeste do estado de Mato Grosso, na primeira metade do século XX. In: Joseph, T.W.R.; Joseph, L.C.R.; Pereira, B.D. (eds.). *Identificando, mapeando e analisando sistemas produtivos inovativos e/ou arranjos produtivos locais em Mato Grosso*, EdUFMT, Cuiabá, MT, p. 255–289.
- Lam, V.W.Y.; Allison, E.H.; Bell, J.D.; Blythe, J.; Cheung, W.W.L.; Frölicher, T.L.; et al. 2020. Climate change, tropical fisheries and prospects for sustainable development. *Nature Reviews Earth & Environment* 1: 440–454.
- Latrubesse, E.M.; Stevaux, J.C.; Prado, R. 1999. The Araguaia-Tocantins fluvial Basin. *Boletim Goiano de Geografia* 19(1):32.
- Latrubesse, E.M.; Stevaux, J.C.; Prado, R. 2011. The Araguaia-Tocantins Fluvial Basin. *Boletim Goiano de Geografia* 19(1): 120–127.
- Latrubesse, E.M.; Amsler, M.L.; De Moraes, R.P.; Aquino, S. 2009. The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: The case of the Araguaia River. *Geomorphology* 113: 239–252.
- Latrubesse, E.M.; Arima, E.; Ferreira, M.E.; Nogueira, S.H.; Wittmann, F.; Dias, M.S.; et al. 2019. Fostering water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. *Conservation Science and Practice* 1: e77.
- Lázaro, W.L.; Oliveira-Júnior, E.S.; Silva, C.J.D.; Castrillon, S.K.I.; Muniz, C.C. 2020. Climate change reflected in one of the largest wetlands in the world: an overview of the Northern Pantanal water regime. *Acta Limnologica Brasiliensia* 32: e104.
- Leal, W.M.M.; Freitas, C.; Siqueira-Souza, F. 2018. Diversidade de peixes em lagos manejados em área de várzea Amazônica brasileira. *Scientia Amaz* 7: 1–10.
- Lima, E.E. de. 2010. *Efeitos da proibição da pesca profissional sobre disponibilidade ao co-manejo e a resiliência econômica de pescadores artesanais do Rio Araguaia*. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1–96p, (<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/102/o/Elaine.pdf>).
- Lima, L.B.; Oliveira, F.J.M.; Borges, F.V.; Corrêa, F.; Lima-Junior, D.P. 2021. Streams fish from Upper Araguaia and Middle Rio da Mortes basin, Brazil: generating subsidies for preservation and conservation of this critical natural resource. *Biota Neotropica* 21: e20211205.
- Lucinda, P.H.; Costa, W.J.E.M. 2007. Família Poeciliidae. In: *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Série Livros, p. 134-137.
- Liu, C.; Berry, P.M.; Dawson, T.P.; Pearson, R.G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography* 28: 385–393.

- Lopes, M.H.; Franco, J.L.D.A.; Costa, K.S. 2018. Expressões da Natureza no Parque Nacional do Araguaia: Processos geoecológicos e diversidade da vida. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha* 7: 65–100.
- MapBiomas. 2023. *MapBiomas Água*. Coleção Água. Série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil. Disponível em <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/agua>. Acessado em 31 Jan 2023.
- Marimon, B.S.; Lima, E.D.S. 2001. Caracterização fitofisionômica e levantamento florístico preliminar no Pantanal dos Rios Mortes-Araguaia, Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 15: 213–229.
- Marimon, B.; Marimon-Junior, B.H.; Lima, H.; Jancoski, H.; Franczak, D.; Mews, H.; et al. 2008. *Pantanal do Araguaia - ambiente e povo: guia de ecoturismo*. EdUNEMAT, Cáceres.
- Marimon, B.S.; Marimon-Junior, B.H.; Mews, H.A.; Jancoski, H.S.; Franczak, D.D.; Lima, H.S.; et al. 2012. Florística dos campos de murundus do Pantanal do Araguaia, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 26: 181–196.
- Marimon, B.S.; Marimon-Junior, B.H.; Feldpausch, T.R.; Oliveira-Santos, C.; Mews, H.A.; Lopez-Gonzalez, G.; et al. 2014. Disequilibrium and hyperdynamic tree turnover at the forest–cerrado transition zone in southern Amazonia. *Plant Ecology & Diversity* 7: 281–292.
- Marimon, B.S.; Colli, G.R.; Marimon-Junior, B.H.; Mews, H.A.; Eisenlohr, P.V.; Feldpausch, T.R.; et al. 2015. Ecology of Floodplain *Campos de Murundus* Savanna in Southern Amazonia. *International Journal of Plant Sciences* 176: 670–681.
- Marques, E.Q.; Marimon-Junior, B.H.; Marimon, B.S.; Matricardi, E.A.T.; Mews, H.A.; Colli, G.R. 2020. Redefining the Cerrado–Amazonia transition: implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 29: 1501–1517.
- Marques, J.G.W. 1995. *Pescando pescadores: etnoecologia abrangente no baixo São Francisco alagoano*. Núcleo de Apoio à Pesquisa de Populações Humanas em Áreas Úmidas Brasileiras, Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Paulo, 316p.
- Martini, P.R. 2006. Áreas úmidas da América do Sul registradas em imagens de satélites. *Geotecnologia no Pantanal*. Campo Grande, Embrapa Informática Agropecuária/INPE: 876–882.
- Matos, L.S.; Silva, J.O.S.; Andrade, P.S.M.; Carvalho, L.N. 2016. Diet of Characin, *Brycon falcatus* (Müller and Troschel, 1844) in the Amazon Basin: A case study on attractant for fish in the Teles Pires River. *Journal of Applied Ichthyology* 32:1080–1085.
- Matos, L.S.D.; Santana, H.S.D.; Silva, J.O.S.; Carvalho, L.N. 2020. Percepção dos pescadores profissionais artesanais sobre o declínio na captura do peixe matrinxã no Rio Teles Pires, Bacia do Tapajós. In: *Padrões Ambientais Emergentes e Sustentabilidade Dos Sistemas*, 1st ed. Atena Editora, p.87–101.

- Meinshausen, M.; Nicholls, Z.R.J.; Lewis, J.; Gidden, M.J.; Vogel, E.; Freund, M.; et al. 2020. The shared socio-economic pathway (SSP) greenhouse gas concentrations and their extensions to 2500. *Geoscientific Model Development* 13: 3571–3605.
- Melo, C.; Lima, J.; Melo, T.; Pinto-Silva, V. 2005. *Peixes do Rio das Mortes: identificação e ecologia das espécies mais comuns*. EdUNEMAT, Cáceres, MT, 145 p.
- Metz, C.E. 1986. ROC methodology in radiologic imaging. *Invest Radiol* 21:720–733.
- Moss, R.; Babiker, M.; Brinkman, S.; Calvo, E.; Carter, T.; Edmonds, J.; Zurek, M. 2008. *IPCC Expert Meeting Report: towards new scenarios for analysis of emissions, climate change, impacts, and response strategies*. Noordwijkerhout, The Netherlands.
- Moss, R.H.; Edmonds, J.A.; Hibbard, K.A.; Manning, M.R.; Rose, S.K.; Van Vuuren, D.P.; Carter, T.R.; Wilbanks, T.J. 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature* 463:747–756.
- MMA. 2023a. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Sítios RAMSAR brasileiros. <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/areas-umidas/sitios-ramsar-brasileiros>. Acessado em 05 Mai 2023.
- MMA. 2023b. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 6. Brazilian National Commission on Biodiversity, Brasília. https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/economia-dos-ecossistemas/resolucao_conabio_no_06_de_03_de_set_de_2013.pdf. Acessado em 20 Jun 2023.
- Mourão, J.; Nivaldo, N. 2006. Pescadores, Peces, Espacio y Tiempo: Un abordaje etnoecológico. *Interciencia* 31: 358–363.
- Nápolis, P.M.M. 2010. *Políticas públicas na bacia hidrográfica do Rio das Mortes Mato Grosso-Brasil: educação ambiental para vidas*. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1682>.
- Nardi, F.; Annis, A.; Di Baldassarre, G.; Vivoni, E.R.; Grimaldi, S. 2019. GFPLAIN250m, a global high-resolution dataset of Earth's floodplains. *Scientific Data* 6(1):1–6.
- Nico, L.; Jegu, M.; Andrade, M. 2017. Family Serrasalminidae - Piranhas and Pacus. In: Van der Sleen, P.; Albert, J.S. (eds.). *Field guide to the fishes of the Amazon, Orinoco & Guianas*. Princeton Field Guides.
- Nogueira, C.; Buckup, P.A.; Menezes, N.A.; Oyakawa, O.T.; Kasecker, T.P.; Ramos Neto, M.B.; et al. 2010. Restricted-Range Fishes and the Conservation of Brazilian Freshwaters. *PLoS One* 5: e11390.
- Nolan, C.; Overpeck, J.T.; Allen, J.R.M.; Anderson, P.M.; Betancourt, J.L.; Binney, H.A.; et al. 2018. Past and future global transformation of terrestrial ecosystems under climate change. *Science* 361: 920–923.

- Oberdorff, T.; Dias, M.S.; Jézéquel, C.; Albert, J.S.; Arantes, C.C.; Bigorne, R.; et al. 2019. Unexpected fish diversity gradients in the Amazon basin. *Science Advances* 5: eaav8681.
- Obuchowski, N.A. 2005. ROC Analysis. *American Journal of Roentgenology* 184: 364–372.
- Paglia, A.P.; Rezende, D.T.D.; Koch, I.; Kortz, A.R.; Donatti, C. 2012. Modelos de distribuição de espécies em estratégias para a conservação da biodiversidade e para Adaptação baseada em Ecossistemas frente a mudanças climáticas. *Natureza & Conservação* 10: 231–234.
- Pelicice, F.M.; Agostinho, A.A.; Akama, A.; Andrade Filho, J.D.; Azevedo-Santos, V.M.; Barbosa, M.V.M.; et al. 2021. Large-scale Degradation of the Tocantins-Araguaia River Basin. *Environmental Management* 68: 445–452.
- Pereira, D.V.; Mereles, M.D.A.; Matos, O.F.D.; Lopes, G.C.D.S.; Conceição, K.G.D.; Freitas, C.E.D.C. 2023. Vulnerability to overfishing of fish stocks in the Amazon Basin. *Fisheries Research* 265: 106740.
- Pettesse, M.L.; Petrere, M. 2012. Tendency towards homogenization in fish assemblages in the cascade reservoir system of the Tietê river basin, Brazil. *Ecological Engineering* 48: 109–116.
- Phillips, S.J.; Anderson, R.P.; Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.
- Phillips, S.J.; Dudík, M.; Elith, J.; Graham, C.H.; Lehmann, A.; Leathwick, J.; et al. 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications* 19: 181–197.
- Pinheiro, M.H.O.; Carvalho, L.N.; Arruda, R.; Guilherme, F.A.G. 2015. Consequences of suppressing natural vegetation in drainage areas for freshwater ecosystem conservation: considerations on the new “Brazilian forest code.” *Acta Botanica Brasilica* 29: 262–269.
- Pinho, P.F.; Marengo, J.A.; Smith, M.S. 2015. Complex socio-ecological dynamics driven by extreme events in the Amazon. *Regional Environmental Change* 15: 643–655.
- Plagányi, É. 2019. Climate change impacts on fisheries. *Science* 363: 930–931.
- Rangel, T.F.; Edwards, N.R.; Holden, P.B.; Diniz-Filho, J.A.F.; Gosling, W.D.; Coelho, M.T.P.; et al. 2018. Modeling the ecology and evolution of biodiversity: Biogeographical cradles, museums, and graves. *Science* 361: eaar5452.
- Ribeiro, C.D.S. 2012. *A influência térmica na dinâmica das membranas celulares: uma contribuição na conservação de Steindachneridion parahybae (Siluriformes: Pimelodidae), uma espécie de peixe ameaçada de extinção*. Doutorado em Fisiologia Geral, Universidade de São Paulo, São Paulo, (http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41135/tde-24082012-154629/).

- Rodrigues, L.H.R.; Barradas, J.R.; Alves, T.P.; Fontoura, N.F. 2011. Modelagem estatística de distribuição de peixes migradores como subsídio ao licenciamento de barramentos na bacia Camaquã, RS. *Rega* 8(2): 31–41.
- Romagosa, E.; Paiva, P.D.; Godinho, H.M.; Andrade-Talmelli, E.F.D. 2003. Características morfométricas e crescimento do cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766), em cativeiro. *Acta Scientiarum; Animal Sciences* 25: 277–283.
- Röpke, C.P.; Ferreira, E.; Zuanon, J. 2014. Seasonal changes in the use of feeding resources by fish in stands of aquatic macrophytes in an Amazonian floodplain, Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 97: 401–414.
- Rosin, C.; Amorim, R.; Moraes, T. 2015. Análise de tendências hidrológicas na bacia do rio das Mortes / analysis of hydrological trends in the Rio das Mortes watershed. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 20: 991–998.
- Salvatteci, R.; Schneider, R.R.; Galbraith, E.; Field, D.; Blanz, T.; Bauersachs, T.; et al. 2022. Smaller fish species in a warm and oxygen-poor Humboldt Current system. *Science* 375: 101–104.
- Sato, H.; Kelley, D.I.; Mayor, S.J.; Martin Calvo, M.; Cowling, S.A.; Prentice, I.C. 2021. Dry corridors opened by fire and low CO₂ in Amazonian rainforest during the Last Glacial Maximum. *Nature Geoscience* 14: 578–585.
- SEPLAN. Secretaria de Planejamento de Mato Grosso. 2008. *Mapa das áreas legalmente protegidas do estado de Mato Grosso e unidades de conservação propostas pelo ZSEE/MT*. SEPLAG, Cuiabá
- Schmidt, M.V.C.; Ikpeng, Y.U.; Kayabi, T.; Sanches, R.A.; Ono, K.Y.; Adams, C. 2021. Indigenous Knowledge and Forest Succession Management in the Brazilian Amazon: Contributions to Reforestation of Degraded Areas. *Frontiers in Forests and Global Change* 4: 605925.
- SDG. 2021. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* | Department of Economic and Social Affairs. (<https://sdgs.un.org/2030agenda>). Acessado em 02 Jun 2021.
- Silva, E.F.D.; Melo, C.E.D.; Vênere, P.C. 2007. Fatores que influenciam a comunidade de peixes em dois ambientes no baixo Rio das Mortes, Planície do Bananal, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 24: 482–492.
- Silva, J.C.D.; Gubiani, É.A.; Delariva, R.L. 2014. Use of food resources by small fish species in Neotropical rivers: responses to spatial and temporal variations. *Zoologia* 31: 435–444.
- de Souza Andrade, B.; Singh, C.L.; Santos, J.A.; Gonçalves, V.V.C.; Siqueira-Souza, F.K.; de Carvalho Freitas, C.E. 2018. Efeitos das mudanças climáticas sobre as comunidades de peixes na Bacia Amazônica. *Revista Ciências da Sociedade* 2: 107–124.

- Souza, C.M.; Z. Shimbo, J.; Rosa, M.R.; Parente, L.L.; A. Alencar, A.; Rudorff, B.F.T.; et al. 2020. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. *Remote Sensing* 12: 2735.
- Souza, M.F.; Marques, E.E.; Miranda, E.B.; Araujo, A.F. 2017. Do rio Tocantins a Hidrelétrica de Peixe Angical: os peixes e as pescarias na memória dos pescadores. *Revista Interface* 12: 119–134.
- Soares, L.A.B. 2010. Trilhas e caminhos: povoamento não indígena no Vale do Araguaia, parte nordeste do estado de Mato Grosso, na primeira metade do século XX. In: Barrozo J.C. (org.). *Mato Grosso: a (re)Ocupação da terra na fronteira amazônica (Século XX)*. EdUFMT, Cuiabá.
- Suárez, Y.R.; Petrere, Júnior. M. 2007. Fatores ambientais preditores da estrutura da comunidade de peixes em dois rios neotropicais no Brasil. *Neotropical Ichthyology* 5:61–68.
- Tatebe, H.; Ogura, T.; Nitta, T.; Komuro, Y.; Ogochi, K.; Takemura, T.; et al. 2019. Description and basic evaluation of simulated mean state, internal variability, and climate sensitivity in MIROC6. *Geoscientific Model Development* 12: 2727–2765.
- Teresa, F.B.; Casatti, L.; Cianciaruso, M.V. 2015. Functional differentiation between fish assemblages from forested and deforested streams. *Neotropical Ichthyology* 13: 361–370.
- VanDerWal, J.; Falconi, L.; Januchowski, S.; Shoo, L.; Storlie, C. 2019. *SDMTools: Species Distribution Modelling Tools: Tools for processing data associated with species distribution modelling exercises*.
- Winfield, I.J.; Baigún, C.; Balykin, P.A.; Becker, B.; Chen, Y.; Filipe, A.F.; et al. 2016. International Perspectives on the Effects of Climate Change on Inland Fisheries. *Fisheries* 41: 399–405.
- Zacarkim, C.E.; Piana, P.A.; Baumgartner, G.; Aranha, J.M.R. 2015. The panorama of artisanal fisheries of the Araguaia River, Brazil. *Fisheries Science* 81: 409–416.
- Zhang, L.; Liu, S.; Sun, P.; Wang, T.; Wang, G.; Zhang, X.; et al. 2015. Consensus Forecasting of Species Distributions: The Effects of Niche Model Performance and Niche Properties. *PLoS One* 10: e0120056.
- Zuur, A.F.; Ieno, E.N.; Elphick, C.S. 2010. A protocol for data exploration to avoid common statistical problems: Data exploration. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 3–14.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela Suplementar S1. variáveis climáticas e de altitude utilizadas nas análises, disponíveis na Plataforma Worldclim (Hijmans et al. 2005). Temperatura em °C, Precipitação em mm e Altitude em m.

Código	Descrição
Bio1	Temperatura média anual
Bio2	Amplitude da temperatura média diurna [média mensal (temp. máx – temp. min)]
Bio3	Isotermalidade [(Bio2/Bio7)*100]
Bio4	Sazonalidade da temperatura (desvio padrão*100)
Bio5	Temperatura máxima do mês mais quente
Bio6	Temperatura mínima do mês mais frio
Bio7	Amplitude da temperatura anual (Bio5 – Bio6)
Bio8	Temperatura média do trimestre mais úmido
Bio9	Temperatura média do trimestre mais seco
Bio10	Temperatura média do trimestre mais quente
Bio11	Temperatura média do trimestre mais frio
Bio12	Precipitação anual
Bio13	Precipitação do mês mais úmido
Bio14	Precipitação do mês mais seco
Bio15	Sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)
Bio16	Precipitação do trimestre mais úmido
Bio17	Precipitação do trimestre mais seco
Bio18	Precipitação do trimestre mais quente
Bio19	Precipitação do trimestre mais frio
Bio20	Altitude

Tabela Suplementar S2. Áreas totais das bacias do Rio das Mortes e Araguaia-Tocantins e área de ocorrência (km²) das espécies-alvo durante os períodos do último máximo glacial (LGM), atual e futuro; as simulações foram realizadas com as variáveis ambientais atuais em SSP5-8.5 e usando o MIROC6 para acessar as projeções climáticas futuras.

Bacia do Rio das Mortes (Área Total: 61.276 km ²)				
	<i>Brycon falcatus</i>	<i>Myloplus torquatus</i>	<i>Leporinus friderici</i>	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>
Atual	7.561	3.998	2.382	18.995
Futuro	5.033	5.593	2.216	11.124

Bacia Araguaia-Tocantins (Área Total: 774.821 km ²)				
LGM	169.877	145.137	262.949	93.714
Atual	190.172	65.746	94.079	108.575
Futuro	154.530	72.030	241.925	52.343

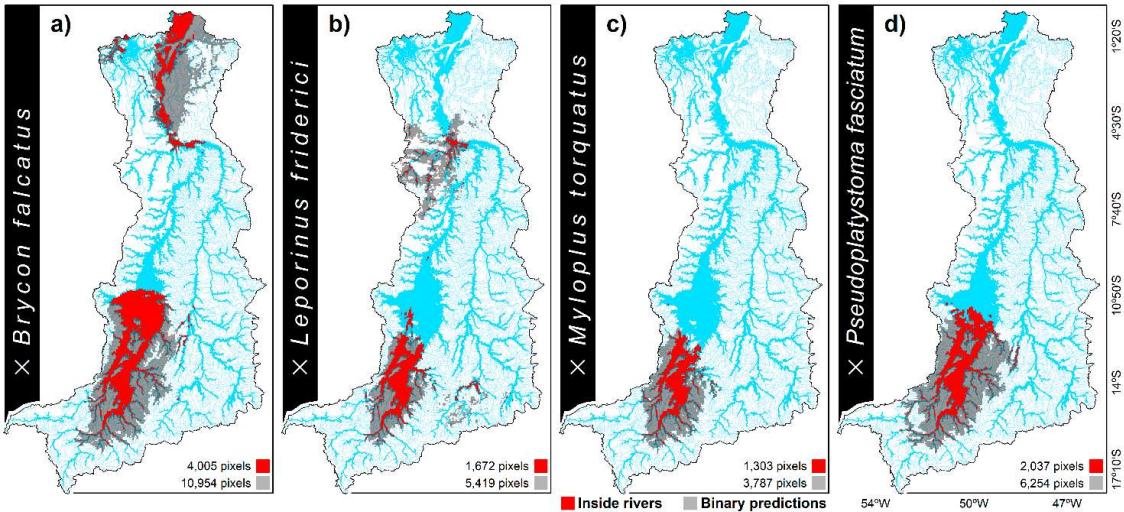


Figura Suplementar S1. Predições binárias de áreas de nicho de adequação ambiental (ESNs, em cinza) das espécies-alvo inseridas (vermelho) na rede hidrológica (azul) da Bacia Araguaia-Tocantins (linha preta de contorno).

Capítulo 2 - Etnoictiologia e percepção sobre mudanças climáticas e ambientais de ribeirinhos e pescadores do Rio das Mortes, Mato Grosso

[Preparado de acordo com as normas do periódico *Ethnobiology and Conservation*]

RESUMO

A etnoecologia constitui um domínio de pesquisa transdisciplinar que investiga os conhecimentos, crenças, sentimentos e comportamentos entre as populações humanas e os demais componentes dos ecossistemas. Esse trabalho teve como objetivo investigar e comparar a percepção e o conhecimento etnoictiológico das comunidades ribeirinhas e pescadores de três municípios da Bacia do Rio das Mortes, em Mato Grosso, Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Entrevistamos 105 pessoas que residiam há pelo menos 20 anos no município. Analisamos os dados por meio de estatística descritiva e calculamos o Valor de Uso de cada espécie. Foram citadas 25 etnoespécies de peixes, sendo 25 em NSA, 20 em NXA e 17 em NNA, com as três primeiras, Pintado, Voadeira e Pacu, coincidindo nos três municípios. Identificamos grupos de espécies associados com interesses alimentares, comerciais, com valores comerciais mais acessíveis e espécies que, apesar de serem mencionadas como ameaçadas, apresentam elevado valor comercial. Os pescadores e ribeirinhos demonstraram um entendimento sobre a importância da proibição da pesca durante o período da piracema, e concordam com essa restrição. Eles/elas perceberam que várias espécies tiveram uma redução em suas populações nas últimas duas décadas, atribuindo esse declínio a condições climáticas extremas e mudanças ambientais. A maioria dos entrevistados responsabilizou os impactos negativos observados na ictiofauna aos efeitos causados pelas atividades humanas. Portanto, é imprescindível estabelecer a colaboração entre comunidades locais, cientistas, governos e organizações não governamentais, a fim de desenvolver estratégias integradas que favoreçam a recuperação da bacia do Rio das Mortes.

Palavras-chave: Conhecimento etnoecológico; comunidades ribeirinhas; pescadores; peixes.

ABSTRACT

Ethnoecology constitutes a transdisciplinary research domain that investigates the knowledge, beliefs, feelings and behaviors between human populations and other components of the ecosystems. This work aimed to investigate and compare the perception and ethnoichthyological knowledge of riverside communities and fishermen from three municipalities in the *Rio das Mortes* Basin, in Mato Grosso, Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) and Novo Santo Antônio (NSA). We interviewed 105 people who had lived in the municipality for at least 20 years. We analyzed the data using descriptive statistics and calculated the Use Value of each species. 25 ethnospecies of fish were cited, 25 in NSA, 20 in NXA and 17 in NNA, with the first three, *Pintado*, *Voadeira* and *Pacu*, coinciding in the three municipalities. We identified groups of species associated with food and commercial interests, with more accessible commercial values and species that, despite being mentioned as threatened, have a high commercial value. Fishermen and riverside residents demonstrated an understanding of the importance of

prohibiting fishing during the *piracema* period and agree with this restriction. They also realized that several species have reducing their populations over the past two decades, attributing this decline to extreme weather conditions and environmental changes. Most of interviewees blamed the negative impacts observed on fish fauna on the effects caused by human activities. Therefore, it is essential to establish collaboration between local communities, scientists, governments and non-governmental organizations, in order to develop integrated strategies that favor the recovery of *Rio das Mortes* basin.

Keywords: Ethnoecological knowledge; riverside communities; fishermen; fish.

INTRODUÇÃO

A etnoecologia é um o campo de pesquisa transdisciplinar que avalia os conhecimentos, crenças, sentimentos e comportamentos que intermediam as interações entre as populações humanas com os demais elementos dos ecossistemas (Marques 2012). Representa uma complexa interação entre o conhecimento humano e o meio ambiente, enfatizando os fatores culturais, sociais e econômicos que moldam tais interações (Begossi 2019). Além disso, a etnoecologia envolve o conhecimento das pessoas, de modo a contribuir com a ampliação do conhecimento científico e acadêmico (Santos-Fita e Costa-Neto 2007). Essa troca de informações entre o conhecimento popular e o científico pode ser extremamente significativa, principalmente quando pretendemos melhorar a gestão, contribuir para desenvolver políticas públicas adequadas e compreender ou avaliar os efeitos e as causas da destruição e descaracterização antrópica das áreas naturais (Moura e Marque 2007; Doria et al. 2008).

Dentro da etnoecologia temos a etnoictiologia, que estuda as relações entre grupos culturais humanos e espécies de peixes, incluindo suas percepções, conhecimentos e práticas relacionadas aos peixes, desempenhando um papel importante na preservação da diversidade cultural e na conservação dos recursos aquáticos (Santos et al. 2018). Além de ajudar a documentar e compreender as práticas e conhecimentos tradicionais relacionados aos peixes, a etnoictiologia contribui para adaptarmos estratégias de gestão e conservação às necessidades e percepções das comunidades ribeirinhas (Berkes e Nayak 2018; Santos et al. 2018).

A atividade pesqueira sustentável consiste em um dos principais desafios no processo de desenvolvimento econômico local e regional, pela necessidade de mantermos associados a conservação ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais esgotáveis (Santos et al. 2021). Isso é ainda mais difícil no cenário atual de impactos ambientais potencializados com o avanço da fronteira agropecuária, com ações de turismo e pesca predatórios, com a degradação de florestas ciliares, com a construção de barragens, com

o assoreamento de rios, e com a captação irregular de água para irrigação de lavouras, desencadeando alterações de grande envergadura nos ecossistemas terrestres e aquáticos continentais (Lopes dos Santos et al. 2021). Assim, destacamos a importância da etnoictiologia para compreendermos a complexidade dos impactos ambientais e das estratégias de manejo e conservação dos recursos pesqueiros, embasadas nos interesses e no conhecimento das comunidades ribeirinhas e dos moradores próximos aos rios que usam e dependem dos recursos naturais (Santos-Fita e Costa-Neto 2007; Toledo e Barrera-Bassols 2009).

As comunidades ribeirinhas, principalmente os pescadores artesanais, são detentores de um vasto conhecimento etnoecológico, possibilitando a utilização dos recursos pesqueiros e garantindo a sustentabilidade desta prática (Da Silva Mourão 2006). Essas comunidades, além de se relacionarem positivamente com os rios em termos de conservação, em geral, conhecem e aplicam a legislação que protege os cursos d'água e sabem da importância da manutenção desses sistemas, compreendendo que a morfometria do rio, os períodos de cheia e seca, e a pesca predatória influenciarão diretamente todo o sistema hídrico de uma região (Zacarkim et al. 2015; Matos et al. 2020). Neste contexto, as mudanças climáticas e de uso do solo atuais tem alterado o padrão original de muitos rios e levado as comunidades ribeirinhas a desenvolver estratégias de adaptação e mitigação, que muitas vezes são pouco eficientes, visto que muitas vezes a causa dos impactos causados é de escala nacional e até global (Winter de Carvalho et al. 2019; Pereira et al. 2021).

Nossa pesquisa teve como principal objetivo investigar e comparar o conhecimento etnoictiológico e a percepção das mudanças climáticas das comunidades ribeirinhas e pescadores de três municípios da Bacia do Rio das Mortes, em Mato Grosso, possibilitando um melhor entendimento e a proposição de estratégias para a conservação desse importante manancial. Assim, buscamos responder às seguintes perguntas: i) Quais são as espécies de peixes mais pescadas/consumidas/comercializadas pelas comunidades ribeirinhas? ii) A percepção do tamanho populacional das espécies pescadas/consumidas/comercializadas pelos ribeirinhos mudou em uma escala temporal? iii) Qual é o conhecimento etnoictiológico das comunidades ribeirinhas a respeito do Rio das Mortes? iv) O conhecimento etnoictiológico e a percepção sobre as mudanças climáticas diferem entre os ribeirinhos dos três municípios avaliados?

MATERIAL e MÉTODOS

Área de estudo e população-alvo

O principal afluente do Rio Araguaia é o Rio das Mortes, inteiramente localizado no estado de Mato Grosso, sendo muito importante por causa do elevado volume de água e pela extensa área de drenagem que ocupa, apresentando regime hídrico característico, com pulsos sazonais de inundação (Melo et al. 2005). A vegetação na área de abrangência da Bacia do Rio das Mortes é caracterizada, predominantemente, por formações savânicas típicas do Bioma Cerrado, como cerrado típico e campos de murundus, além de florestas ciliares que abrigam plantas típicas da Amazônia (Latrubesse et al. 1999; Marimon e Lima 2001; Marimon et al. 2012; Rosin et al. 2015). A região apresenta um clima sazonal do tipo Aw, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (Alvares et al. 2013), com dois períodos bem delimitados de seca (setembro a março) e chuva (outubro a abril).

Realizamos o estudo em três municípios da Bacia do Rio das Mortes: Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio (Figura 1), todos caracterizados por apresentarem o Rio das Mortes em seu território e os dois últimos, por estarem localizados na mesma planície sedimentar, sujeita a inundações sazonais no período de chuvas (Brasil 1981). Os municípios abrangidos no estudo apresentam a base da economia sustentada na agricultura, pecuária e turismo e as comunidades ribeirinhas do Rio das Mortes apresentam como base econômica a agricultura familiar, a pecuária em pequena escala e a pesca artesanal (Napolis 2010). Os ribeirinhos que são pescadores, nos três municípios avaliados, fazem parte da Colônia de Pesca Z-09, com sede no município de Barra do Garças-MT.

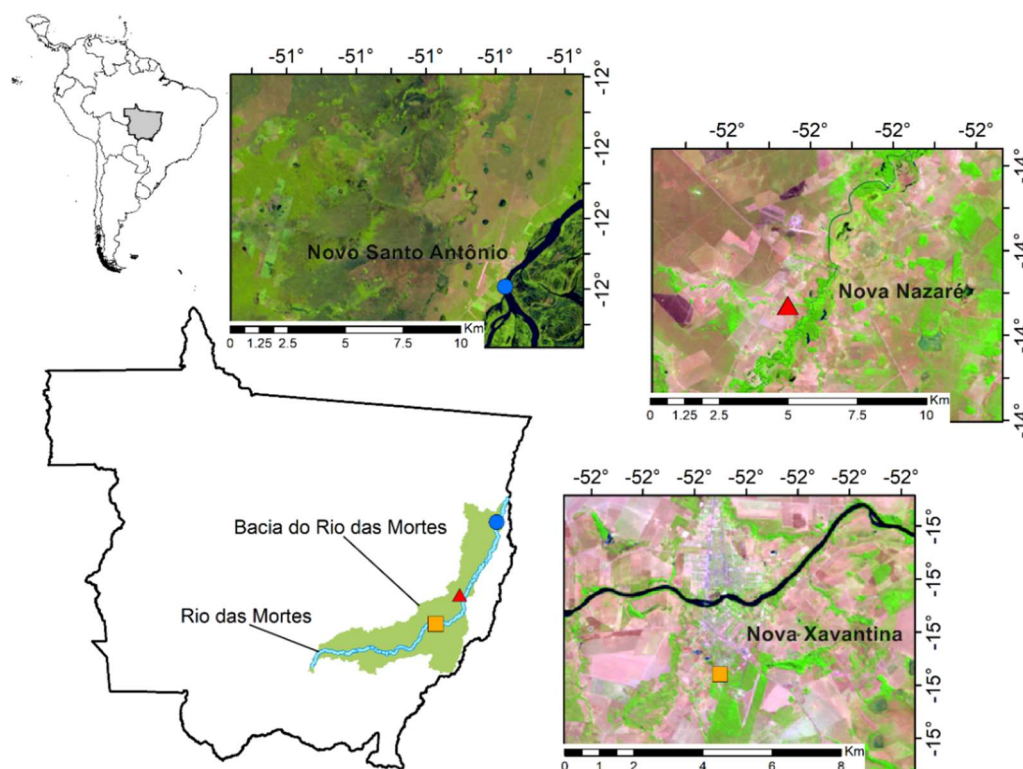


Figura 1. Localização da Bacia do Rio das Mortes e da sede dos três municípios (Nova Xavantina, Nova Nazaré e Novo Santo Antônio) onde realizamos entrevistas e coletamos dados, na região leste do estado de Mato Grosso.

Coleta e análise de dados

Entrevistamos ribeirinhos, pescadores e moradores próximos do Rio das Mortes (Figura 2) que utilizam, parcial ou integralmente, para a sua sobrevivência, peixes do próprio rio. Baseamos as entrevistas em questionários semiestruturados e livres (Apêndice 1), gravamos as respostas e posteriormente transcrevemos (Costa-Neto 2002; Brandão 2008) e armazenamos os dados em planilhas digitais. Antes de iniciar, apresentamos os objetivos do estudo para todos os entrevistados, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Em todas as etapas da pesquisa seguimos rigorosamente as recomendações da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil (Brasil 2012). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Mato Grosso (CAAE 25715019.0.0000.5166).

Para selecionar os entrevistados utilizamos a técnica metodológica *Snowball* ou Bola de Neve (Goodman 1961), onde os primeiros informantes (primeira ordem) do estudo indicaram os próximos informantes (segunda ordem), que por sua vez indicaram os próximos e, assim, sucessivamente, até que as indicações se repetiram e se completou uma rede de informantes, com a devida atenção para evitarmos viés nas amostras (Frank

e Snijders 1994). Seguimos a recomendação de Johannes (1993) e entrevistamos pessoas dos gêneros feminino e masculino, que residissem há pelo menos 20 anos no município e que tivessem mais de 30 anos de idade.



Figura 2. Entrevista com ribeirinhos/pescadores no município de Novo Santo Antônio-MT (Sr. Raimundo Silva, 67 anos e Sra. Gleidina Souza, 65 anos).

Analizamos os dados por meio de estatística descritiva, com o cálculo de frequências absoluta (n_i) e relativa (f_i), organizadas em categorias descritivas e representadas por figuras e tabelas (Ladislau 2017; Ribeiro 2021). As palavras e expressões dos/as pescadores/as e ribeirinhos/as foram mantidas na sua forma original, visando garantir a fidelidade das informações. Construímos ainda uma tabela comparativa entre os conhecimentos dos entrevistados e os disponíveis na literatura científica, principalmente sobre aspectos biológicos e ecológicos das espécies de peixes mais pescadas e comercializadas. Os usos dos peixes foram agrupados em três categorias: comercialização (onde os peixes capturados são destinados à venda por apresentarem valor comercial), alimentação (onde os peixes capturados são utilizados para alimentação) e artefato de pesca (onde os peixes capturados são utilizados como isca), seguindo o que foi proposto por Silvano et al. (2002).

Utilizamos ainda, o número e a sequência de citações para cada espécie de peixe para construir a matriz de dados. Para avaliar quais espécies são mais importantes para os entrevistados calculamos seu respectivo valor de uso (VU), adaptado de Albuquerque et al. (2006), que possibilitou demonstrar a importância relativa da espécie conhecida

localmente, independentemente da opinião do pesquisador (Alves e Rosa 2007). O Valor de Uso foi calculado entrevistando cada indivíduo uma única vez (Ferraz et al. 2006), por meio da fórmula: $VU = U/n$, onde VU representa o valor de uso da espécie, U é o número de citações por espécie, e n é o número de informantes. Posteriormente, calculamos a concordância de uso principal corrigida (CUPc), que fornece a importância relativa de cada espécie de peixe na comunidade e considera o número de informantes que citaram o uso principal (UP), o número de informantes (E) que citaram a espécie (número de citações por espécie) e os informantes (Em) que citaram a espécie mais citada (Rocha 2008). O cálculo foi baseado no trabalho de Friedman et al. (1986), modificado por Amorozo e Gély (1988). Consideramos também as espécies com uma única citação, uma vez que o fator de correção (FC) permite corrigir eventuais distorções nos resultados (Tabela 1). Assim, os cálculos foram baseados nas fórmulas: $CUP = (UP \times 100)/E$, $FC = E/Em$ e $CUPc = CUP \times FC$.

Obtivemos uma lista livre (*free list*) que representa os peixes do domínio cultural dos entrevistados (Weller e Romney 1988), analisada pelo programa *Anthropac* 4.0 (Bernard 2006), por meio do ranqueamento de Smith (1993), obtido pela combinação da frequência e da sequência de relevância dos itens do domínio cultural. Assim, os peixes mencionados em primeiro lugar na lista e por mais pessoas (maior frequência) compõem elementos mais importantes de um domínio (Smith 1993) e os valores ficam mais próximos de 1. Os grandes intervalos entre os valores são as rupturas formadas entre os peixes citados com a mesma frequência e ordem na lista livre, diferenciadas pelos valores do índice de Smith.

As rupturas verificadas na lista de espécies caracterizam a similaridade ou o distanciamento dos peixes na lista livre em função das respostas dos entrevistados (Galdino e Da Silva 2007). Isto ocorre quando algumas espécies são mencionadas por muitos informantes e outras espécies são mencionadas por poucos ou por apenas um informante (Puri 2001). Neste sentido, as rupturas representam agrupamentos das espécies do domínio cultural estabelecidos pelo informante, de acordo com sua importância cultural, e aquelas citadas com frequência e em ordem de citações semelhantes tendem a formar grupos (Moraes et al. 2009). Para que haja consenso cultural a respeito da lista, o valor da *Pseudo-Reliability* deve ficar mais próximo de 1.0 (Caulkins e Hyatt 1999), possibilitando avaliar se ocorreu o consenso cultural entre as respostas.

RESULTADOS

Perfil geral dos entrevistados

Entrevistamos 105 pessoas, entre ribeirinhos e pescadores, sendo 37 em Nova Xavantina (NXA), 35 em Novo Santo Antônio (NSA) e 33 em Nova Nazaré (NNA), que apresentaram idades entre 32 e 77 anos. O maior percentual de pescadores e ribeirinhos com idades entre 30 e 40 anos esteve concentrado em NSA e, em NXA, quase metade apresentou idades entre 40 e 50 anos, sendo também o município com o maior percentual de pescadores e ribeirinhos idosos (Figura 3). O nível de escolaridade apresentado pelos pescadores foi considerado baixo, visto que a maioria possui apenas o ensino fundamental incompleto (Figura 4).

Em NXA, tivemos 24% de mulheres e 76% de homens que se dedicam a pesca como ocupação ou meio de subsistência, enquanto em NNA foram 42% e 58% e em NSA 43% e 57%, de mulheres e homens, respectivamente. Todos os entrevistados residiam nos municípios há mais de 20 anos e realizam atividades de pesca, agricultura de pequena escala e outras atividades relacionadas ao rio (e.g. transporte e apoio a turistas e pescadores esportivos) para seu sustento. Assim, para todos os entrevistados, a pesca, tanto para subsistência quanto para fins comerciais, é uma atividade econômica significativa para o núcleo familiar. Todos os entrevistados aprenderam a pescar com algum membro da família, com destaque para o pai e o avô (53%) e ressaltaram ser esta uma forma de sobrevivência essencial e disponível para eles. Alguns pescadores relembrou:

“Quando era pequeno, meu pai me levava pra pescar e falava que eu tinha que aprender pra sustentar minha família. Por isso, hoje é a minha profissão...” (J.M., NSA, 58 anos).

“Aprendi pescar com vô, não tive pai e ele me levava desde moleque para beira do rio, me jogou no rio para aprender nadar e falava que se eu nadasse eu ia saber pescar, hoje é minha profissão, meu vô se foi e eu fiquei fazendo o que ele fazia...” (A.S., NSA, 67 anos).

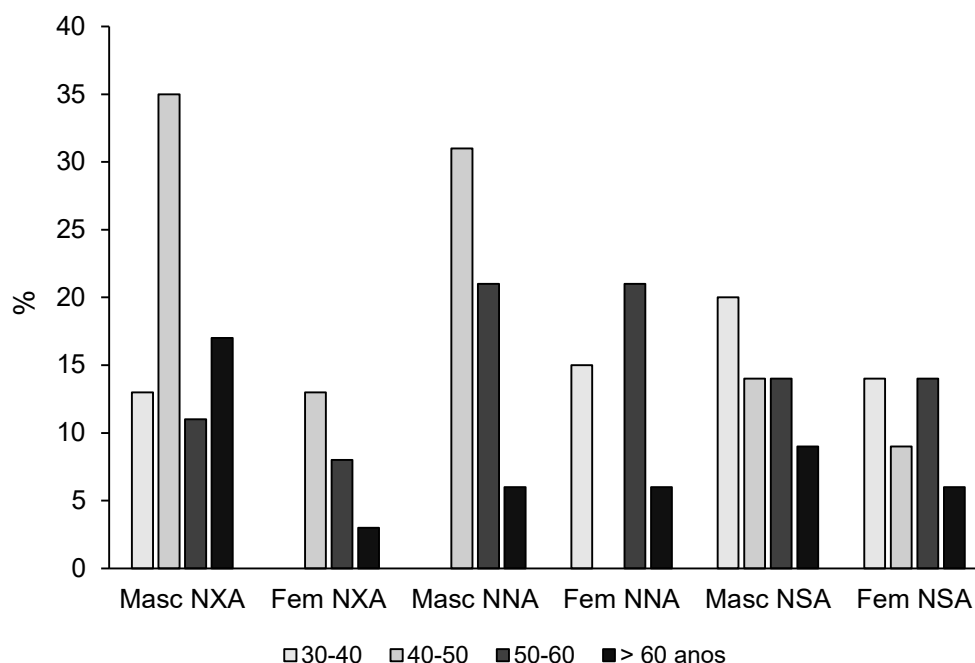


Figura 3. Faixa etária dos pescadores e ribeirinhos entrevistados nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Sendo: Masc= masculino e Fem= feminino.

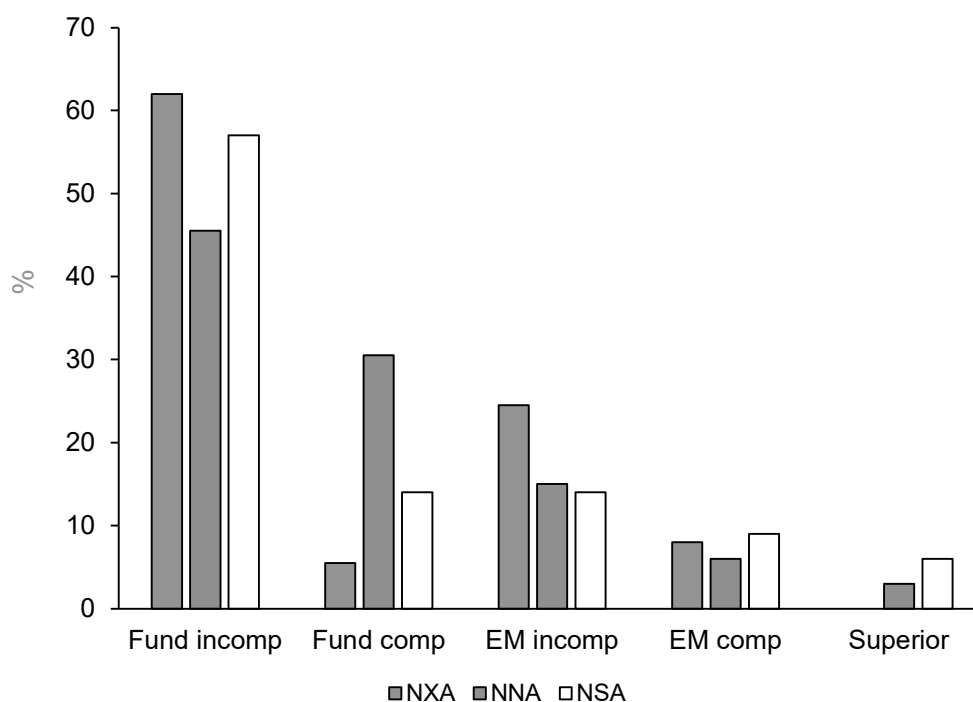


Figura 4. Nível de escolaridade apresentado pelos pescadores/ribeirinhos nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Sendo: Fund incomp= Fundamental Incompleto, Fund comp= Fundamental completo, EM incomp= Ensino Médio incompleto, EM comp= Ensino Médio completo.

Espécies citadas e apetrechos de pesca utilizados

No decorrer das entrevistas foram citadas 25 etnoespécies de peixes, sendo 25 em Novo Santo Antônio (NSA), 20 em Nova Xavantina (NXA) e 17 em Nova Nazaré (NNA), com as três mais citadas, Pintado, Voadeira e Pacu, coincidindo nos três municípios (Tabela 1). Todas as espécies que foram mencionadas nas entrevistas em NNA também foram mencionadas pelos entrevistados em NXA e em NSA. Entretanto, Jaú e Bicuda foram mencionadas apenas em NXA e NSA; Tucunaré, Papa-terra, Traíra e Cascudo, somente em NSA e Abotoado apenas em NNA e NSA (Tabela 1). Para algumas espécies, como o Pintado e a Piranha, o percentual de citações pelos entrevistados foi similar entre os municípios avaliados (Tabela 1). Entretanto, para outras espécies, como a Piroasca/Pirarucu e a Piraíba/Filhote, as diferenças dos percentuais de citações foram duas ou mais vezes maiores entre os municípios (Tabela 1).

Em NXA o valor de uso (VU) das espécies variou entre 0,054 e 1 e em NNA variou entre 0,03 e 0,75, sendo que em ambos os municípios as espécies de maior VU foram o Pintado, seguido da Voadeira, Pacu e o Piau. Em NSA, o VU das espécies variou entre 0,085 e 0,94, o Pintado também apresentou o maior VU, seguido do Pacu, Voadeira, Tucunaré e Jaú (Tabela 1). Nos três municípios as categorias de uso mais citadas foram a comercialização e a alimentação. Sobre algumas espécies que foram citadas nas entrevistas, os ribeirinhos mencionaram:

“O pintado é o que mais o povo gosta de comer, mas hoje os pescadores estão com dificuldades de pescar. Muitos pegam eles com tamanho pequeno e não deixam eles crescerem e reproduzirem. Mas o pintado é o mais procurado...”. (D.S., NSA, 61 anos).

“É mais fácil vender a voadeira, é mais barata e o povo compra e pescamos com qualquer isca, isso facilita...”. (D.A., NNA, 62 anos).

Tabela 1. Famílias e espécies de peixes citadas pelos pescadores e ribeirinhos do Rio das Mortes, nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Sendo, Popular: nome popular da espécie; Mun: município; Cit: número de citações por espécie; Usos: C (Comercialização), A (Alimentação) e I (Artefato de Pesca Isca); UP: uso principal; N: número de informantes que citaram uso principal; CUPc: concordância de uso principal corrigida; VU: valor de uso. Espécies listadas em ordem decrescente de VU e número de citações (Cit) por município.

Família	Espécie	Nome Popular	Mun	Cit	Usos	UP	N	CUPc	VU
Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	Pintado	NXA	37	C, A	C	32	86,5	1,00
Characidae	<i>Brycon falcatus</i> (Müller & Troschel, 1844)	Voadeira	NXA	30	C, A, I	C	18	48,6	0,81
Serrasalminidae	<i>Myloplus torquatus</i> (Kner, 1858)	Pacu	NXA	25	C, A, I	C	17	45,9	0,67
Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Piau-três-pintas	NXA	18	C, A, I	C	14	37,8	0,48
Serrasalminidae	<i>Piaractus brachipomus</i> (Cuvier, 1818)	Caranha	NXA	12	C, A, I	C	7	18,9	0,32
Cynodontidae	<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Cachorra	NXA	11	C, A	C	8	21,6	0,29
Serrasalminidae	<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	Piranha	NXA	10	C, A, I	C	4	10,8	0,27
Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	Piraíba/ Filhote	NXA	8	C, A	C	5	13,5	0,21
Pimelodidae	<i>Zungaru zungaru</i> (Humboldt, 1821)	Jaú	NXA	5	C, A	C	4	10,8	0,13
Arapaimatidae	<i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822)	Pirosca/ Pirarucu	NXA	5	C, A	C	3	8,1	0,13
Characidae	<i>Triportheus trifurcatus</i> (Castelnau, 1855)	Sardinha	NXA	4	I	I	4	10,8	0,10
Pimelodidae	<i>Sorubimichthys planiceps</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Bargada	NXA	3	A	A	3	10,8	0,08
Ctenoluciidae	<i>Boulengerella cuvieri</i> (Agassiz, 1829)	Bicuda	NXA	3	A	A	3	8,1	0,08
Pimelodidae	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Pirarara	NXA	3	C, A	A	2	5,4	0,08
Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i> (Valenciennes, 1840)	Mandi	NXA	3	I	I	3	5,4	0,08
Osteoglossidae	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	Aruanã	NXA	2	A	A	2	5,4	0,05
Pimelodidae	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	Jiripoca	NXA	2	C	C	2	5,4	0,05
Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	Curvina	NXA	2	A	A	2	5,4	0,05

Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel, 1849)	Baiacu	NXA	2	I	I	2	5,4	0,05
Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	Tuvira	NXA	1	A	A	1	2,7	0,02
Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	Pintado	NNA	25	C, A	C	20	80,0	0,75
Characidae	<i>Brycon falcatus</i> (Müller & Troschel, 1844)	Voadeira	NNA	18	C, A	C	14	56,0	0,54
Serrasalminidae	<i>Myloplus torquatus</i> (Kner, 1858)	Pacu	NNA	16	C, A	C	12	48,0	0,48
Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Piau-três-pintas	NNA	13	C, A, I	C	9	36,0	0,39
Arapaimatidae	<i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822)	Pirosca/ Pirarucu	NNA	11	C, A	C	8	32,0	0,33
Serrasalminidae	<i>Piaractus brachipomus</i> (Cuvier, 1818)	Caranha	NNA	10	C, A, I	C	7	28,0	0,30
Cynodontidae	<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Cachorra	NNA	10	C, A	A	6	24,0	0,30
Serrasalminidae	<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	Piranha	NNA	10	C, A, I	A	5	20,0	0,30
Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	Piraíba/ Filhote	NNA	5	C, A	C	4	16,0	0,15
Osteoglossidae	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	Aruanã	NNA	4	A	A	4	16,0	0,12
Characidae	<i>Triportheus trifurcatus</i> (Castelnau, 1855)	Sardinha	NNA	3	I	I	3	12,0	0,09
Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i> (Valenciennes, 1840)	Mandi	NNA	3	I	I	3	12,0	0,09
Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	Curvina	NNA	3	A	A	3	12,0	0,09
Pimelodidae	<i>Sorubimichthys planiceps</i> (Spix & Agassi, 1829)	Bargada	NNA	2	A	A	2	8,0	0,06
Doradidae	<i>Oxydoras niger</i> (Valenciennes, 1821)	Abotoado	NNA	2	C, A	C, A	2	8,0	0,06
Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	Tuvira	NNA	2	A	A	2	8,0	0,06
Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel, 1849)	Baiacu	NNA	1	I	I	1	4,0	0,03
Pimelodidae	<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> (Linnaeus, 1766)	Pintado	NSA	33	C, A	C	25	75,7	0,94
Serrasalminidae	<i>Myloplus torquatus</i> (Kner, 1858)	Pacu	NSA	31	C, A	C	24	72,7	0,88
Characidae	<i>Brycon falcatus</i> (Müller & Troschel, 1844)	Voadeira	NSA	30	C, A	C	24	72,7	0,85
Cichlidae	<i>Cichla piquiti</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Tucunaré	NSA	20	C, A	C	15	45,4	0,57
Pimelodidae	<i>Zungaru zungaru</i> (Humboldt, 1821)	Jaú	NSA	18	C, A	C	14	42,4	0,51
Serrasalminidae	<i>Piaractus brachipomus</i> (Cuvier, 1818)	Caranha	NSA	16	C, A	A	10	30,3	0,45
Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i> (Lichtenstein, 1819)	Piraíba/ Filhote	NSA	15	C, A	C	13	39,4	0,42

Arapaimatidae	<i>Arapaima gigas</i> (Schinz, 1822)	Pirosca/ Pirarucu	NSA	14	C, A	C	11	33,3	0,40
Cynodontidae	<i>Rhaphiodon vulpinus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Cachorra	NSA	14	C, A	A	9	27,3	0,40
Ctenoluciidae	<i>Boulengerella cuvieri</i> (Agassiz, 1829)	Bicuda	NSA	12	C, A	A	7	21,2	0,34
Serrasalminae	<i>Pygocentrus nattereri</i> (Kner, 1858)	Piranha	NSA	12	C, A, I	A	5	15,1	0,34
Anostomidae	<i>Leporinus friderici</i> (Bloch, 1794)	Piau-três- pintas	NSA	10	C, A, I	C	5	15,1	0,28
Osteoglossidae	<i>Osteoglossum bicirrhosum</i> (Cuvier, 1829)	Aruanã	NSA	9	C, A	C	5	15,1	0,25
Doradidae	<i>Oxydoras niger</i> (Valenciennes, 1821)	Abotoado	NSA	6	C, A	C, A	6	18,2	0,17
Characidae	<i>Triportheus trifurcatus</i> (Castelnau, 1855)	Sardinha	NSA	6	I	I	6	18,2	0,17
Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra	NSA	6	A, I	I	4	12,1	0,17
Pimelodidae	<i>Phractocephalus hemiliopterus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Pirarara	NSA	5	C, A	C	4	12,1	0,14
Loricariidae	<i>Squaliforma emarginata</i> (Valenciennes, 1840)	Cascudo	NSA	5	A, I	I	3	9,1	0,14
Pimelodidae	<i>Sorubimichthys planiceps</i> (Spix & Agassiz, 1829)	Bargada	NSA	5	C, A	A	3	9,1	0,14
Pimelodidae	<i>Hemisorubim platyrhynchos</i> (Valenciennes, 1840)	Jiripoca	NSA	5	C, A	A	3	9,1	0,14
Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	Curvina	NSA	4	C, A	C, A	4	12,1	0,11
Pimelodidae	<i>Pimelodus blochii</i> (Valenciennes, 1840)	Mandi	NSA	4	A, I	I	3	9,1	0,11
Tetraodontidae	<i>Colomesus asellus</i> (Müller & Troschel, 1849)	Baiacu	NSA	3	I	I	3	9,1	0,08
Prochilodontidae	<i>Prochilodus nigricans</i> (Agassiz, 1829)	Papaterra	NSA	3	C, A	A	2	6,0	0,08
Gymnotidae	<i>Gymnotus carapo</i> (Linnaeus, 1758)	Tuvira	NSA	3	C, A	A	2	6,0	0,08

O índice de Smith possibilitou identificarmos quatro grupos na lista dos peixes considerados importantes pelos pescadores de Nova Xavantina (Tabela 2). Os peixes do primeiro grupo (Pintado, Pacu e Piau) estão associados com interesses comerciais e no segundo grupo (Voadeira e Caranha), estão agrupados os peixes com valor comercial mais acessível (Tabela 2). Para Nova Nazaré, identificamos três grupos, seguindo um padrão similar ao observado em Nova Xavantina. O primeiro, com os peixes de maior valor comercial para os pescadores (Pintado, Pacu e Voadeira) e o segundo, com os peixes que são utilizados para fins comerciais, mas com menor valor econômico (Tabela 3). No terceiro grupo, ficou Piroasca/Pirarucu, que apesar de ser considerado muito importante pelos pescadores, não aparece como prioritário na comercialização por estar ameaçado de extinção (Tabela 3).

Em Novo Santo Antônio, identificamos três grupos de peixes muito importantes para os pescadores (Tabela 4). O primeiro, contempla os peixes de alto valor comercial (Pacu, Pintado e Voadeira) e o segundo agrupou peixes com valor comercial mais alto e mais procurados por pessoas com renda maior (Tucunaré e Jaú) e também duas espécies que são utilizadas na alimentação e como iscas (Piau e Caranha). O último grupo incluiu espécies que apresentam elevado valor comercial, mas que não podem ser pescadas por estarem ameaçadas de extinção, como Piroasca/Pirarucu e Piraíba/Filhote (Tabela 4).

Tabela 2. Análise da Listagem Livre das espécies de peixes pescadas no Rio das Mortes no município de Nova Xavantina. As rupturas (grupos) estão em negrito. Espécies listadas em ordem decrescente do valor do índice de Smith.

Espécies (nome popular)	Frequência (%)	Ranque	Índice de Smith
Pintado	100,0	2,65	<u>0,642</u>
Pacu	67,6	2,00	<u>0,570</u>
Piau	45,9	1,47	0,427
Voadeira	67,6	3,04	<u>0,420</u>
Caranha	40,5	3,33	<u>0,266</u>
Cachorra	29,7	5,27	0,139
Piroasca/Pirarucu	16,2	4,67	0,100
Jaú	16,2	3,33	0,096
Piraíba/Filhote	21,6	6,00	0,091
Piranha	27,0	6,40	0,087
Pirarara	10,8	3,25	0,051
Bargada	8,1	3,67	0,038
Aruanã	10,8	7,00	0,036
Sardinha	10,8	8,25	0,032
Jiripoca	13,5	8,00	0,028
Mandi	16,2	8,00	0,025
Bicuda	8,1	8,67	0,019
Curvina	5,4	4,50	0,016

Tuvira	5,4	5,00	0,011
Baiacu	5,4	8,00	0,008

Tabela 3. Análise da Listagem Livre das espécies de peixes pescadas no Rio das Mortes no município de Nova Nazaré. As rupturas (grupos) estão em negrito. Espécies listadas em ordem decrescente do valor do índice de Smith.

Espécies (nome popular)	Frequência (%)	Ranque	Índice de Smith
Pintado	75,8	2,44	0,523
Pacu	48,5	1,56	0,425
Voadeira	60,6	2,55	0,395
Piau	39,4	1,15	0,383
Caranha	33,3	2,82	0,205
Pirosca/Pirarucu	33,3	2,82	0,202
Piranha	33,3	3,91	0,139
Cachorra	30,3	4,10	0,114
Piraíba/Filhote	15,2	3,80	0,071
Aruana	15,2	4,00	0,061
Curvina	9,1	3,33	0,044
Sardinha	9,1	4,67	0,037
Tuvira	9,1	4,00	0,023
Bargada	6,1	4,00	0,021
Mandi	9,1	6,00	0,019
Pirarara	3,0	3,00	0,015
Abotoado	6,1	5,00	0,013
Baiacu	3,0	8,00	0,004

Tabela 4. Análise da Listagem Livre das espécies de peixes pescadas no Rio das Mortes no município de Novo Santo Antônio. As rupturas (grupos) estão em negrito. Espécies listadas em ordem decrescente do valor do índice de Smith.

Espécies (nome popular)	Frequência (%)	Ranque	Índice de Smith
Pacu	88,6	2,19	0,764
Pintado	94,3	3,91	0,585
Voadeira	82,9	3,90	0,529
Tucunaré	57,1	2,05	0,506
Jau	48,6	4,41	0,312
Caranha	51,4	4,56	0,298
Piau	28,6	1,80	0,267
Pirosca/Pirarucu	42,9	5,00	0,260
Piraíba/Filhote	42,9	6,67	0,182
Cachorra	37,1	6,31	0,170
Piranha	40,0	7,71	0,130
Aruana	31,4	7,00	0,121
Bicuda	34,3	7,58	0,113
Abotoado	14,3	6,60	0,063

Pirarara	17,1	6,83	0,058
Traíra	17,1	7,50	0,057
Sardinha	17,1	8,50	0,055
Jiripoca	20,0	10,43	0,044
Bargada	14,3	8,20	0,033
Tuvira	11,4	7,00	0,033
Curvina	11,4	9,25	0,032
Mandi	14,3	11,00	0,023
Cascudo	11,4	9,50	0,019
Papaterria	8,6	6,00	0,015
Baiacu	5,7	11,00	0,007

Os apetrechos mais utilizados pelos pescadores e ribeirinhos nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA) foram linha de mão e molinete e os menos usados foram malhadeira/rede de emalhar (Tabela 5).

Tabela 5. Número de citações de apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores e ribeirinhos nos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Valores percentuais entre parênteses.

Apetrechos	NXA	NNA	NSA
Linha de mão	33 (89)	30 (91)	35 (100)
Molinete	30 (81)	30 (91)	31 (89)
Tarrafa	18 (49)	5 (15)	20 (57)
Arpão	10 (27)	11 (33)	20 (57)
Malhadeira/Rede de Emalhar	20 (54)	8 (24)	5(14)

Percepções ambientais, climáticas e sobre o futuro da pesca no Rio das Mortes

A maioria dos entrevistados mencionaram que em um período de 20 anos perceberam a redução das populações de diversas espécies de peixes (Tabela 6), com destaque para Piraíba/Filhote, que foi mencionada entre as três espécies mais ameaçadas nos três municípios. Em Nova Xavantina (NXA) ainda foram destacadas Piroscas/Pirarucu e Jaú, como espécies que reduziram o número de indivíduos, em Nova Nazaré (NNA), os entrevistados ressaltaram a redução das populações de Piroscas/Pirarucu e Aruanã, e em Novo Santo Antônio (NSA), foram destacados Tucunaré e Jaú (Tabela 6). Sobre a percepção da redução das populações de espécies de peixes no Rio das Mortes, destacamos alguns comentários dos entrevistados:

“Estamos tendo que aprender a sobreviver de outras formas, peixe está sumindo...se continuar assim, não vamos ter peixe daqui 10 anos...” (A.B., NSA, 65 anos).

“Meu pai falava: cuida do rio que ele te dará o que comer, mas os novos não entendem isso, eu já tô velho, mas meus netos não vão conhecer muitos peixes...” (D.S., NSA, 69 anos).

“Antigamente, a gente não atravessava o rio, que era fundo, e falava que ia morrer, hoje meu neto atravessa e brinca na areia no meio do rio...” (J.F., NXA, 67 anos).

Em relação ao período da piracema, os entrevistados mostraram ter pleno conhecimento sobre a importância da proibição da pesca neste período, sendo que, entre 87% dos entrevistados em NNA e 100% em NSA se manifestaram a favor deste período restritivo de pesca, reforçando que a piracema é importante para a preservação das espécies de peixes. Alguns entrevistados observaram:

“Sobre a piracema, são os quatro meses parados sem pescar, o governo paga, tem gente que ainda vai, mas eu não vou no rio neste período para pegar nada. Quando entra final de setembro já tira a canoa do rio e só volta em fevereiro de novo...” (M.N., NSA, 62 anos).

“Acredito que a piracema tinha que ser mais vigiada, mas é muita água para pouco fiscal...” (A.V., NSA, 58 anos).

“A gente respeita a piracema, mas os turistas vêm de barcão e pesca e a fiscalização não vê...” (L.S., NSA, 65 anos).

Tabela 6. Número de citações de espécies de peixes que diminuíram em um período de 20 anos, a partir da percepção de pescadores e ribeirinhos, no Rio das Mortes em Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA). Valores percentuais entre parênteses.

Espécies (nome popular)	NXA	NNA	NSA
Pirosca/Pirarucu	5 (14)	11 (33)	14 (40)
Piraíba/Filhote	8 (22)	5 (15)	15 (43)
Aruanã	2 (5)	4 (12)	9 (26)
Bargada	3 (8)	2 (6)	5 (14)
Curvina	2 (5)	3 (9)	4 (11)
Baiacu	2 (5)	1 (3)	3 (9)
Tuvira	1 (3)	2 (6)	3 (9)
Jaú	5 (14)	0	18 (51)
Bicuda	3 (8)	0	12 (34)
Pirara	3 (8)	0	5 (14)
Jiripoca	2 (5)	0	5 (14)
Abotoado	0	2 (6)	6 (17)
Tucunaré	0	0	20 (57)
Traíra	0	0	6 (17)
Cascudo	0	0	5 (14)
Papaterra	0	0	3 (9)

Em relação a fatores climáticos, a percepção dos entrevistados reforça que muitas espécies desaparecem por causa de fatores sazonais, principalmente os relacionados à escassez ou excesso de precipitação. Nos três municípios, entre 81% e 94% dos entrevistados manifestaram apresentar dificuldades para localizar os peixes em períodos de cheia do Rio da Mortes (Tabela 7). Na época de vazante eles apontam a dificuldade de trafegar com o barco e informaram que nos últimos anos não conseguem mais pescar no meio do rio, sendo um problema apontado entre 86% e 100% dos entrevistados nos municípios avaliados (Tabela 7). Todos os entrevistados foram unânimes ao afirmar que eventos extremos de seca se tornaram mais frequentes nos últimos anos.

Tabela 7. Número de citações das principais causas apresentadas pelos ribeirinhos/pescadores dos municípios de Nova Xavantina (NXA), Nova Nazaré (NNA) e Novo Santo Antônio (NSA) para o aumento e redução de populações de peixes e dificuldades de pesca no Rio das Mortes, relação com fatores climáticos e o pulso sazonal do rio. Valores percentuais entre parênteses.

Período	Causas pescadores	Causas científicas	NXA	NNA	NSA
Cheia	Peixes desaparecem	Difícil localização dos peixes (Junk 1985)	30 (81)	29 (88)	33 (94)
Vazante	Dificuldade para transportar barco/canoa	Rio seco (Oliveira e Silva 2013)	32 (86)	33 (100)	35 (100)
Chuvas	Peixes sobem até a superfície	Busca de alimentos (Junk 1985)	15 (41)	29 (88)	32 (91)
Secas extremas	Peixes desaparecem	Redução das populações, mortalidade (Pinheiro et al. 2015)	30 (81)	32 (97)	33 (94)
Altas temperaturas	Peixes pequenos e sumindo	Redução no tamanho corporal dos peixes e problemas reprodutivos (Campos 2019)	34 (92)	29 (88)	32 (91)

Os ribeirinhos e pescadores manifestaram elevada compreensão e percepção sobre as mudanças climáticas nos últimos anos. Em Nova Xavantina, 86,5% dos entrevistados afirmaram que o clima mudou em razão do desmatamento descontrolado, ocasionando a diminuição das chuvas. Em Nova Nazaré, 85% afirmaram que as chuvas diminuíram e o calor aumentou e em Novo Santo Antônio, 89% dos entrevistados acreditam que as mudanças climáticas são provocadas por ações humanas e vem causando a redução das chuvas e o aumento da temperatura. Cerca de 80% dos entrevistados, em cada um dos três municípios, mencionaram que o período seco vem se tornando mais longo nos últimos anos e o início das chuvas está atrasando. De acordo com os ribeirinhos/pescadores, este fenômeno estaria afetando a

abundância dos peixes, pois interfere no ciclo reprodutivo dos mesmos. Sobre os efeitos das mudanças climáticas na frequência e abundância dos peixes no Rio das Mortes, alguns mencionaram:

“Eu pescava mais, mas tive que achar outro trabalho, porque não conseguia mais sustentar minha família. As pessoas não gostam de pagar caro no peixe, mas não vê que tá difícil de achar o que elas gostam...” (R.A., NNA, 55 anos).

“Antigamente eu só descia o barranco e pegava pintado, até filhote já peguei... hoje tenho que andar muito de barco para conseguir pegar um peixe de valor alto...” (J.L., NXA, 55 anos).

“Rio não passa mais barco em época seca, só está areia, os peixes estão cada vez mais longe...” (O.G., NSA, 61 anos).

“O clima está cada vez mais quente e os peixes não estão adaptando e muitos estão sumindo...” (E.C., NNA, 53 anos).

De modo geral, além da percepção consolidada sobre as mudanças climáticas e sobre os impactos ambientais observados no Rio das Mortes, cerca de 40% dos entrevistados nos três municípios afirmaram já ter realizado ações concretas de manutenção do rio e suas margens, incluindo a restauração de áreas degradadas ou jamais descartando lixo na área de abrangência do Rio das Mortes. Sobre este assunto, alguns comentaram:

“Eu não deixo lixo no rio, quando vou pescar carrego todo o lixo, essa é a minha ajuda...” (H.A., NNA, 63 anos).

“Moro aqui há cinquenta anos ... e nunca tirei nenhuma árvore, e tiro todo meu lixo para não descer para o rio...” (J.L., NXA, 61 anos).

Os pescadores/ribeirinhos mostraram uma preocupação expressiva sobre a pesca predatória, que eles consideram uma ameaça direta aos seus meios de sobrevivência. Em NSA, 85% dos entrevistados consideram que os principais responsáveis pela pesca predatória no município seriam os turistas (caravanas de pescadores), sendo que em NXA, 59% e em NNA, 45% dos entrevistados, compartilham com esta opinião. Por outro lado, em NXA, 32% dos entrevistados acreditam que a pesca predatória também seria causada pelos próprios ribeirinhos/pescadores e o mesmo foi mencionado por 24% dos entrevistados em NNA, com apenas 8% para NSA. Sobre esta questão, mencionaram:

“Os turistas vêm e levam muitas caixas de peixes e a fiscalização não vê nada...” (B.O., NSA, 51 anos).

“Se não deixar os peixes reproduzirem, vai acabar e muitos já estão sumindo e nós que moramos aqui não teremos mais nosso trabalho...” (G.R., NSA, 55 anos).

“Eles devem ter alguém grande atrás, porque vem aqui com barcos grandes e pescam até dentro do parque...” (C.S., NSA, 48 anos).

Em relação às unidades de conservação (UC), 57% dos entrevistados em NNA e 65% em NXA afirmaram que conhecem pelo menos uma UC na região e que as consideram importantes para conservar a biodiversidade local. Em NSA, 100% dos entrevistados conhecem a principal UC do município, o Parque Estadual do Araguaia, e consideram muito importante garantir a sua integridade, bem como manter a proteção do seu entorno (zona tampão). Muitos pescadores/ribeirinhos ainda utilizam a água do rio para consumo próprio, sem tratamento prévio, sendo 82% dos entrevistados em NSA, 54% em NXA e 39% em NNA. Com relação às UCs e à qualidade da água do Rio das Mortes, os entrevistados observaram:

“No Parque Estadual tem gente que entra, mas não pescam. Tem fiscalização direto no parque, sabe que não podem, mas entram escondido...” (M.A.B., NSA, 58 anos).

“No Parque Estadual do Araguaia pescam, mas sabem que não pode e tem medo da fiscalização. Lá quando seca é melhor para peixe, ficam os lagos cheios de peixe e eles não saem para lugar nenhum...” (J.R., NSA, 61 anos).

“Eu bebo água filtrada em filtro de barro, antigamente eu bebia do rio, mas ficou barrenta...” (G.M., NXA, 45 anos).

“Bebo água direto do rio sem ferver, desde pequena...” (J.C., NXA, 53 anos).

DISCUSSÃO

Perfil geral dos entrevistados

A atividade de pesca, nos três municípios avaliados em nosso estudo, apesar de realizada predominantemente por pessoas com idades superiores a 30 anos, vem sendo desenvolvida por várias gerações, seguindo um padrão de transmissão de conhecimentos e habilidades intergeracional, principalmente por meio da transferência de aprendizado de pais para filhos (Garcez e Sanchez Botero 2005; Clauzet et al. 2005). Este mesmo padrão foi observado por Vasconcellos et al. (2008), no estado do Paraná, onde apenas 13% dos pescadores apresentavam idades inferiores a 30 anos, evidenciando o baixo interesse de jovens pela atividade de pesca artesanal.

O baixo nível de escolaridade registrado entre os entrevistados provavelmente está relacionado com a condição socioeconômica, uma vez que no passado, os/as pescadores/as ingressavam precocemente na atividade de pesca como uma contribuição essencial para ampliar a renda familiar e enfrentaram dificuldades para frequentar a escola nos horários convencionais. Assim, as crianças que iniciam a participação na atividade de pesca em idade precoce enfrentam a incompatibilidade entre os horários de pesca e os horários escolares, reduzindo o estímulo para a educação, aumentando as taxas de evasão escolar (Vieira et al. 2013) e resultando em um baixo nível de escolaridade na idade adulta, como foi o caso aqui observado.

Dentre os entrevistados, verificamos que a atividade de pesca é mais exercida pelo gênero masculino (entre 57% e 76%), porém nos municípios de Nova Nazaré (42%) e Novo Santo Antônio (43%) o percentual de mulheres pescadoras foi bem superior ao registrado em Nova Xavantina (24%). Assim, verificamos que nos municípios de menor porte (Censo de 2022: NXA: 24.345 pessoas; NNA: 4.200; NSA: 2.022; IBGE 2023) e menor PIB *per capita* (Dados de 2020: NXA: R\$ 42.239,09; NNA: R\$ 25.601,52; NSA: R\$ 18.123,74; IBGE 2023), onde a atividade pesqueira pode ser essencial para garantir a complementação da renda e a subsistência de famílias de baixa renda, a participação de ambos os gêneros é mais equitativa, como foi o caso para NNA e NSA. Neste caso, o município de Nova Xavantina, por apresentar maior número de habitantes e maior PIB *per capita*, provavelmente possui outras oportunidades de trabalho para as mulheres, levando ao menor interesse da participação feminina na atividade de pesca (Basaglia e Vieira 2005).

O papel das mulheres na pesca artesanal normalmente esteve relacionado às atividades secundárias, como tarefas relacionadas à limpeza do pescado (Fonseca et al. 2016). As responsabilidades atribuídas às mulheres na atividade pesqueira eram adquiridas por meio do convívio familiar, mas a pesca sempre foi uma atividade predominantemente masculina, cabendo às mulheres obrigações notadamente domésticas (Do Rosario 2010). Com o decorrer do tempo, as mulheres buscaram contribuir para a renda familiar e, conseqüentemente, aprenderam e dominaram a arte da pesca (Goes 2008). Além disso, quando é a mulher que realiza tarefas como remendar redes, beneficiar o pescado ou participar ativamente da pesca ao lado dos parceiros, não há despesas associadas a esses serviços, resultando em uma economia significativa e ganhos para o orçamento familiar (Maneschy 1995), porém muitas vezes com baixo reconhecimento pelos próprios parceiros.

Espécies citadas e apetrechos de pesca utilizados

O Pintado foi a espécie de peixe mais citada pelos pescadores e ribeirinhos no contexto deste estudo. Sua relevância comercial está associada ao seu porte considerável, elevado valor de mercado e à

qualidade da carne, que é reconhecida por seu sabor agradável, baixo teor de gordura e ausência de espinhos intramusculares (Oliveira et al. 2019). Além de sua importância econômica, ressaltamos a importância ecológica dessa espécie, que é um peixe migrador (Burgess 1989) que desempenha o papel de predador de topo na cadeia alimentar, contribuindo para a manutenção das funções do ecossistema aquático (Crepaldi et al. 2006), ajudando no controle e na regulação da densidade populacional de diversas espécies de presas (Cardoso 2022). Contudo, essa espécie, assim como outras migratórias, enfrenta sérias ameaças decorrentes das mudanças ambientais provocadas pela interferência antrópica nos principais rios brasileiros (Carolsfeld et al. 2003; Agostinho et al. 2005), como é o caso do Rio das Mortes, colocando em risco a sobrevivência de pessoas que dependem desses peixes.

A espécie Voadeira, também foi citada em destaque pelos pescadores/ribeirinhos nos três municípios aqui avaliados, devido à sua carne saborosa e ao seu valor mais acessível para a comercialização. Além disso, destaca-se como uma espécie relevante para a pesca esportiva e para a subsistência de comunidades ribeirinhas (Matos et al. 2020). Sua importância ecológica é ressaltada pelo papel de dispersora de sementes de árvores nativas, desempenhando funções ecossistêmicas cruciais para a regeneração das florestas ciliares, incluindo as da Bacia do Rio das Mortes (Matos et al. 2018; Borges 2018; Santos 2020; Carvalho et al., 2022,).

O Pacu também foi mencionado nos três municípios aqui avaliados e é considerado em Mato Grosso uma das espécies mais apreciadas para a alimentação (Lopes et al. 2016). É um peixe migratório, herbívoro, que se alimenta principalmente de frutos, sementes, folhas e flores, e no período de cheia dos rios deposita os ovos em locais de inundação (Melo et al. 2005). O Jaú e a Bicuda, que foram mencionados apenas pelos pescadores/ribeirinhos de NXA e NSA, são espécies muito apreciadas por pescadores esportivos, que normalmente visitam esses municípios nos meses de seca, principalmente em julho, agosto e setembro, durante os tradicionais festivais de pesca que ocorrem anualmente e às vezes, até nos períodos de defeso para atividades de pesque-e-solte (SMTTC 2023; PMNSA 2023). O Jaú, uma espécie nativa da Bacia Amazônica, tem enfrentado ameaças significativas devido ao processo de assoreamento, que resulta na destruição das partes mais profundas dos rios, seu habitat natural (Melo et al. 2005). De acordo com os referidos autores, essa condição tem contribuído para a diminuição e até mesmo o desaparecimento dessa espécie em diversos trechos do Rio das Mortes. Em virtude desse cenário, em alguns estados, o Jaú foi incluído na lista de espécies ameaçadas de extinção (Machado et al. 2008). Tucunaré, Papa-terra, Traíra e Cascudo foram mencionados apenas no município de Novo Santo Antônio e isso pode estar relacionado com a predileção dessas espécies por ambientes inundáveis ou áreas de remanso (Agostinho et al. 2005; Arrington e Winemiller 2004; Rodríguez 2016),

caracterizadas pela abundância de lagos, típicos no Pantanal do Araguaia, na região de abrangência do município em questão (Marimon et al. 2008).

As espécies Piroasca/Pirarucu e Piraíba/Filhote são as de maior valor comercial da região (Melo et al. 2005), sendo muito cobiçadas pelo mercado de peixes. Entretanto, devido à pesca excessiva e perda de habitat, a Piroasca/Pirarucu foi classificada como espécie "Quase Ameaçada" pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN 2023). Da mesma forma, a Piraíba/Filhote, devido ao seu tamanho imponente e à qualidade da carne, é muito visada em atividades de pesca esportiva e para fins comerciais em várias regiões do Brasil (Ribeiro 2009). Esforços de conservação e práticas de manejo sustentável são importantes para garantir a conservação dessas espécies (Lima e Batista 2012), visto que a pesca predatória representa uma grave ameaça às populações desses peixes no Rio das Mortes (Melo et al. 2005).

Em nosso estudo verificamos que os ribeirinhos e pescadores pescam uma ampla diversidade de espécies de peixes no Rio das Mortes. Algumas espécies são capturadas e comercializadas com maior frequência do que outras, o que muitas vezes está diretamente relacionado à demanda específica para a venda de cada uma delas (Silva 2003; Dias 2006). Dentre as espécies com maior valor de uso nos municípios avaliados destacamos Pintado, Voadeira, Pacu e Piau, sendo que o primeiro é o mais apreciado e valorizado comercialmente (Souza 2018). Das categorias de uso analisadas no presente estudo, a comercialização foi a modalidade mais amplamente mencionada pelos entrevistados. Isso se deve ao fato de que nos municípios investigados, dois (NNA e NSA) têm no Rio das Mortes expressiva fonte de renda, estando a atividade econômica estreitamente vinculada a aspectos relacionados ao ambiente fluvial (Napolis 2010). Neste caso, a comercialização dos pescados não apenas oferece benefícios para as comunidades, mas também representa uma fonte de renda vital para sustentar as necessidades financeiras das famílias (Meza et al. 2021).

Com base na listagem livre de espécies e nas rupturas avaliadas, verificamos que em Nova Xavantina as espécies de peixes que apresentaram os maiores valores para fins comerciais foram o Pintado, o Pacu e o Piau. Vale ressaltar que, em geral, a clientela que compra esses peixes demonstra possuir um poder aquisitivo mais elevado (Medeiros 1999; Oliveira e Silva 2013). O outro grupo de peixes gerado a partir da listagem livre (Voadeira e Caranha) apresenta valores comerciais mais acessíveis à comunidade em geral. Embora sejam espécies apreciadas por seu sabor, não são classificadas como nobres, resultando na comercialização a preços mais baixos (De Souza Andrade et al. 2019).

No município de Nova Nazaré, o grupo formado pela Piroasca/Pirarucu está sob forte ameaça (Vital e Tejerina-Garro 2019) e a comercialização ativa não é viável, diferentemente dos exemplares pertencentes aos outros grupos (Rodrigues et al. 2023). Entretanto, apesar das ameaças extremas

envolvidas, ainda há uma demanda significativa por exemplares desta espécie no mercado, levando a práticas de pesca intensivas e até predatórias para atender a essa procura. Neste caso, a exploração comercial pode ter implicações ambientais preocupantes, especialmente se não for gerenciada de maneira sustentável, podendo levar à diminuição das populações e impactar negativamente o ecossistema aquático onde essa espécie é encontrada (Vital e Tejerina-Garro 2019).

Na porção do Rio das Mortes em Novo Santo Antônio o Tucunaré e o Jaú são bastante procurados por turistas e pescadores esportivos (Jepsen et al. 1997). Nesta região, a presença de áreas inundáveis cria condições favoráveis para o Tucunaré, conhecido por sua preferência por ambientes lânticos, que incluem lagos e bancos de areia no canal principal dos rios (Goulding et al. 1980; Winemiller et al. 1997), típicos na região de abrangência do município de Novo Santo Antônio (Marimon et al. 2008).

A preferência de uso da linha de mão e do molinete como apetrechos de pesca nos três municípios avaliados está associada às espécies capturadas, às habilidades e aprendizados dos pescadores e ao baixo custo (Santos e Oliveira-Junior 1999; Cintra et al. 2009). Estes apetrechos também são considerados muito eficientes (alta maleabilidade e facilidade para puxar e recolher) para a captura de peixes da Ordem Characiforme e espécies típicas de áreas alagáveis (Batista et al. 1998), como ocorre em grande parte da área de abrangência do Rio das Mortes (Melo et al. 2005).

Percepções ambientais, climáticas e sobre o futuro da pesca no Rio das Mortes

Os entrevistados mencionaram que está ocorrendo, ao longo dos anos, a redução das populações de peixes, e associaram essas reduções às atividades antrópicas impactantes e prejudiciais realizadas na região, como o desmatamento, perda de habitats e pesca predatória. Estudos já vem demonstrando que alterações no pulso de inundação dos rios, erosão nas margens, entrada descontrolada de sedimentos e nutrientes no rio, além de impactos causados por hidrelétricas, podem causar a redução e até o desaparecimento de diversas espécies de peixes (Lima-Junior et al. 2015; Timpe e Kaplan 2017; Winton et al. 2019).

Os entrevistados em nosso estudo se manifestaram favoráveis às intervenções regulatórias por meio de normas e leis durante o período da piracema e reconhecem a importância que elas representam para garantir que o ciclo reprodutivo dos peixes se complete, permitindo para muitas espécies a migração para a desova e a busca por condições ideais para a reprodução (Melo et al. 2005; Ximenes et al. 2020). Entretanto, durante a piracema os peixes podem ficar mais vulneráveis à pesca predatória, uma vez que estão concentrados em áreas específicas para o processo reprodutivo (De Souza 2014) e é para esta condição de pesca ilegal durante a piracema que os entrevistados manifestaram grande preocupação.

Os pescadores e ribeirinhos também manifestaram plena percepção sobre as mudanças ambientais em sua área de vivência e atuação, e compreendem que essas alterações vêm causando mudanças e impactos negativos no ambiente (Bertapeli 2012). Observaram ainda que muitas espécies de peixes estão sendo afetadas pelas mudanças climáticas, seguindo o que foi relatado por Nuttall (2009), que observou que os povos ribeirinhos alegam que as transformações do clima causam uma série de impactos nos organismos aquáticos. Por exemplo, o aumento da temperatura atmosférica provoca alterações na solubilidade dos gases na água e, notadamente, na redução dos níveis de oxigênio (Schmidt-Nielsen 2002). Esse fenômeno tem o potencial de impactar negativamente e diminuir as populações de peixes, podendo até mesmo resultar em mortes (Cheung et al. 2022).

Em nosso estudo, a Piroasca/Pirarucu foi uma das espécies mais citadas em relação à redução da população ao longo dos últimos 20 anos. Essa espécie enfrentou quase a extinção devido à sobrepesca, que resultou em impactos significativos no tamanho populacional, ameaçando a diversidade genética (Vitorino et al. 2017), e resultando na proibição da pesca em alguns estados (Rodrigues et al. 2023). Diante dessa ameaça, foram implementados projetos de conservação e manejo sustentável da Piroasca/Pirarucu e essas iniciativas resultaram na recuperação da população e a espécie começou a repovoar muitos rios da região Norte (Cordeiro et al. 2022). A Piraíba/Filhote também foi mencionada por ter diminuído ao longo dos anos, sendo essa redução associada à pesca descontrolada. Essa espécie é muito apreciada por seu sabor e tamanho considerável, tornando-a fácil de preparar devido à ausência de muitos espinhos, o que resultou em práticas excessivas de pesca predatória (Santos e Jegu 2004). Assim, a implementação de uma gestão sustentável para a Piroasca/Pirarucu e para Piraíba/Filhote no Rio das Mortes será essencial para garantir a preservação dessas espécies muito apreciadas pelos/as pescadores e ribeirinhos locais e pelos consumidores de peixes de outras regiões do Brasil.

Além da preocupação expressiva sobre a pesca predatória, muitos outros impactos direta ou indiretamente associados ao Rio das Mortes, como aquecimento global, mudanças no pulso de inundação, destruição das matas ciliares, expansão da agropecuária, implantação de hidrelétricas e exploração de areia, tem chamado a atenção e preocupado os pescadores e ribeirinhos entrevistados. Diversos estudos já demonstraram que todos esses fatores interferem na sobrevivência e reprodução dos peixes (De Souza 2014; Lima-Junior et al. 2015, 2018; Cheung et al. 2022). Apesar dos próprios entrevistados reconhecerem que há alguns pescadores/ribeirinhos locais que não seguem as regras estabelecidas para a pesca, a maioria considera que os principais responsáveis pela pesca predatória são os visitantes/turistas. Isto reforça que há uma evidente percepção dos pescadores/ribeirinhos locais a respeito da necessidade de controle e preservação dos recursos pesqueiros, visto que eles associam a

própria sobrevivência e a de gerações futuras à manutenção sustentável dos peixes (Doria et al. 2008; de Souza et al. 2019).

A maioria dos entrevistados manifestou conhecer e/ou ter visitado pelo menos uma unidade de conservação (UC). No entanto, em Novo Santo Antônio, todos os entrevistados não apenas têm conhecimento sobre uma UC, mas também reconhecem sua importância, principalmente devido à presença do Parque Estadual do Araguaia dentro da área de abrangência do município e ao lado do perímetro urbano da sede. Alguns estudos têm demonstrado que pescadores/ribeirinhos que vivem próximos a uma UC apresentam um sentido de cuidado mais evidente, pois compreendem que a preservação da UC contribui para a manutenção dos recursos pesqueiros (Arruda 1999; da Silva et al. 2020). Entretanto, os entrevistados em nosso estudo também percebem que não basta apenas criar uma UC, pois consideram essencial e indispensável estabelecer um sistema efetivo e eficiente de fiscalização, especialmente durante a piracema, e implementar estratégias de manejo e controle dos recursos pesqueiros (Torres e Oliveira 2008).

Dentre os entrevistados, os que mais consomem a água do Rio das Mortes sem tratamento prévio, são os do município de Novo Santo Antônio (82%). Este município é o que apresenta o menor número de habitantes e o menor PIB *per capita* (ver item “Perfil geral dos entrevistados”), refletindo uma condição de assistência precária em relação aos serviços de saneamento básico (Domingos e Gonçalves 2019). Em virtude disso, muitas comunidades ainda utilizam a água do rio para consumo próprio, sem nenhum tratamento, indicando que o direito de acesso a um saneamento básico de qualidade não se concretiza efetivamente, apesar de assegurado pela Constituição Federal (Faganello e Fiuza 2021), transformando-se em mais um direito que permanece apenas garantido no âmbito legal.

Ao avaliarmos o futuro da pesca no Rio das Mortes é válido considerar que as possíveis mudanças climáticas e seus efeitos poderão ser cruciais para antecipar desafios futuros. Ao realizarmos as análises de modelagem das quatro espécies mais citadas nas entrevistas dos três municípios (vide Capítulo 1), verificamos que a distribuição geográfica atual das espécies-alvo é influenciada de maneira diferenciada por variáveis climáticas e ambientais. Além disso, verificamos que a integridade dos habitats, incluindo a presença de terras indígenas e unidades de conservação, desempenha um papel essencial na distribuição espacial e na viabilidade contínua dessas espécies (Capítulo 1; Orsi et al. 2018; Azevedo et al. 2019), fatores esses reconhecidos pelos ribeirinhos/pescadores entrevistados. Tal como observado por Ribeiro (2017), os ribeirinhos/pescadores de nosso estudo apresentam percepção da redução nas populações de peixes, acompanhada de alterações no tamanho corporal desses animais ao longo dos últimos anos. Neste caso, é provável que essa observação esteja correlacionada com os impactos antrópicos recentes na Bacia

do Rio das Mortes, incluindo a degradação das margens e práticas de pesca predatória que resultam na captura de peixes fora das dimensões estabelecidas.

Para garantir um futuro sustentável para a pesca no Rio das Mortes é crucial implementar medidas eficazes de gestão pesqueira na Bacia, incluindo a regulamentação da pesca, a imposição e fiscalização de limites de captura, a criação de áreas de preservação e o estabelecimento de práticas pesqueiras sustentáveis. Além disso, a conscientização sobre a importância da conservação dos recursos pesqueiros e a participação ativa das comunidades locais são fundamentais para reverter os efeitos negativos da degradação ambiental e da pesca predatória e promover a sustentabilidade a longo prazo.

CONCLUSÃO

Verificamos que a percepção dos pescadores e comunidades ribeirinhas do Rio das Mortes em relação às mudanças climáticas (secas mais intensas e frequentes e aumento da temperatura do ar), ambientais (desmatamento, assoreamento do rio, hidrelétricas, etc.) e à redução do tamanho populacional das espécies pescadas, consumidas e comercializadas, confirma um cenário de diminuição progressiva da quantidade de peixes nos ecossistemas aquáticos ao longo dos anos. Este fenômeno tem acarretado impactos expressivos na subsistência das comunidades ribeirinhas, uma vez que elas dependem diretamente dessa atividade para prover o sustento de suas famílias. A clara percepção dos ribeirinhos/pescadores sobre essas questões é crucial para compreendermos as dimensões do problema e buscarmos soluções sustentáveis, contando inclusive com a participação de todas as pessoas envolvidas. A narrativa e a percepção dos/as ribeirinhos/as e pescadores/as não apenas reflete a realidade dos ecossistemas aquáticos, mas também destaca a urgência para adotarmos medidas eficazes para a gestão pesqueira e para a conservação das espécies de peixes. A conscientização sobre a importância da pesca sustentável e a implementação de práticas de manejo adequadas são fundamentais para revertermos e impedirmos o declínio dos estoques pesqueiros do Rio das Mortes. Além disso, a colaboração entre comunidades locais, cientistas, governos e organizações não governamentais será essencial para desenvolvermos estratégias integradas que garantam a recuperação dos ecossistemas aquáticos degradados.

REFERÊNCIAS

Albuquerque UP, Lucena RFP, Monteiro JM, Florentino ATN, Almeida CFCBR (2006) **Evaluating two quantitative ethnobotanical techniques.** *Ethnobotany Research and Applications* 4:51–60.

- Agostinho AA, Thomaz SM, Gomes LC (2005) **Conservation of the Biodiversity of Brazil's Inland Waters.** *Conservation Biology* 19:646–652.
- Amorozo MCM, Gély A (1988) **Uso de plantas medicinais por caboclos do Baixo Amazonas, Barcarena, PA, Brasil.** *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 4:47–131.
- Arrington DA, Winemiller KO, et al (2004) **Organization and maintenance of fish diversity in shallow waters of tropical floodplain rivers.** *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries.* FAO Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok, Thailand, pp. 25–36.
- Arruda R (1999) **“Populações tradicionais” e a proteção dos recursos naturais em unidades de conservação.** *Ambiente & Sociedade* 2:79–92.
- Alves RRN, Rosa IL (2007) **Zootherapeutic practices among fishing communities in North and Northeast Brazil: a comparison.** *Journal of Ethnopharmacology* 111:82–103.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JM, Sparovek G (2013) **Köppen's climate classification map for Brazil.** *Meteorologische Zeitschrift* 22:711–728.
- Azevedo SN de (2019) **Percepção sobre os problemas ambientais causados pela retirada da mata ciliar na comunidade do Santo Antônio do Panauarú, município de Parintins-AM.** Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Ciências Biológicas), Universidade do Estado do Amazonas, Centro de Estudos Superiores de Parintins, Parintins, AM.
- Basaglia TP, Vieira JP (2005) **A pesca amadora recreativa de caniço na praia do Cassino, RS: necessidade de informações ecológicas aliada à espécie alvo.** *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 9(1):25–29.
- Batista VS, Inhamuns AJ, Freitas CEC, Brasil DF (1998) **Characterization of the fishery in the riverine communities in the Low-Solimões/HighAmazon region.** *Fisheries Management and Ecology* 5:419–435.
- Begossi A, Salivonchyk SV, Hallwass G, Hanazaki N, Lopes PFM, Silvano RAM, ... & Pittock, J. (2018). **Fish consumption on the Amazon: a review of biodiversity, hydropower and food security issues.** *Brazilian Journal of Biology*, 79, 345-357.
- Begon M, Mortimer M, Thompson DJ (2009) **Population Ecology: A Unified Study of Animals and Plants.** John Wiley & Sons, New York.
- Bernard HR (2006) **Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches.** Rowman & Littlefield Pub., London, 728 p.
- Berkes F, Nayak PK (2018) **Role of communities in fisheries management: “one would first need to imagine it.”** *Maritime Studies* 17:241–251.

- Bertapeli V (2012) **Sentir para conhecer: as percepções dos pescadores artesanais sobre os impactos ambientais causados pelas mudanças climáticas.** *Revista de Iniciação Científica da FFC* 12:1–16.
- Borges FV (2018) **Quais fatores estão associados à ocorrência de *Brycon falcatus* (Characiformes, Characidae, Müller & Troschel, 1844) em riachos da bacia do médio rio Araguaia?** *Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação)*, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina, Nova Xavantina, MT.
- Burgess W (1989) **An atlas of freshwater and marine catfishes: a preliminary survey of the Siluriformes.** T.F.H. Publications Neptune City, Neptune City, 784 p.
- Brandão FC, Silva LMA (2008) **Conhecimento ecológico tradicional.** *Uakari* 4(2):55–66.
- Brasil (1981) **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SD 22. Goiás: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Ministério das Minas e Energia/ Divisão de Publicação. 636 p.
- Brasil (2012) **National report on the implementation of the Ramsar Convention on Wetlands.** *Conference of the Contracting Parties*, Romania.
- Campos DF (2019) **Os peixes amazônicos vivem perto dos seus limites térmicos? O efeito das mudanças climáticas sobre a ecofisiologia de peixes de Igarapé da Amazônia Central.** Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM.
- Carolsfeld J, Godinho HP, Zaniboni Filho E, Harvey BJ (2003) **Cryopreservation of sperm in Brazilian migratory fish conservation.** *Journal of Fish Biology* 63:472–489.
- Carvalho LN dos Santos Júnior, JB & Correa SB (2022) **Fish thieves: An alternative tactic of food capture in a Neotropical frugivorous species (*Brycon falcatus*).** *Austral Ecology*, 47, 1140–1143.
- Cardoso DC (2022). **Influência da pesca e de um predador de topo de cadeia sobre a diversidade funcional das assembleias de peixes em lagos de várzea manejados.**
- Caulkins D, Hyatt SB (1999) **Using consensus analysis to measure cultural diversity in organizations and social movements.** *Field Methods* 11:5–26.
- Cheung WWL, Palacios-Abrantes J, Frölicher TL, Palomares ML, Clarke T, Lam VWY, Oyinlola MA, Pauly D, Reygondeau G, Sumaila UR, Teh LCL, Wabnitz CCC (2022) **Rebuilding fish biomass for the world's marine ecoregions under climate change.** *Global Change Biology* 28:6254–6267.

- Cintra IHA, Juras AA, Andrade JAC, Ogawa M (2009) **Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil.** *Boletim Técnico-Científico do CEPNOR* 7(1):135–152.
- Clauzet M, Ramires M, Barrella W (2005) **Pesca artesanal e conhecimento local de duas populações caiçaras (Enseada do Mar Virado e Barra do Una) no litoral de São Paulo, Brasil.** *Multiciência* 4:1–22.
- Cordeiro CAM, Iguchi YB, Lima EDSC, Moraes CM, Caldas TM, Gomes MCRL, Lima AC (2022) **Rendimento e composição centesimal do pirarucu.** In: Cordeiro CAM, Bordignon AC (eds.). *Ciência e tecnologia do pescado: uma análise pluralista*, v. 4. Ed. Científica Digital, p. 78–90.
- Costa-Neto EM, Dias CV, Melo MN (2002) **O conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio São Francisco, Estado da Bahia, Brasil.** *Acta Scientiarum* 24(2):561–572.
- Crepaldi D, Faria P, Teixeira EA, Ribeiro L, Costa A, Melo D, Cintra A, Prado SA, Costa F, Drumond M, et al (2006) **O surubim na aquacultura do Brasil.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 30:150–158.
- Da Silva Mourão J, Nivaldo N (2006). **Pescadores, peces, espacio y tiempo: un abordaje etnoecológico.** *Interciencia* 31:358–363.
- Da Silva EF, Schiavetti A, Oliveira JEL (2020) **O conhecimento ecológico local e a gestão compartilhada no manejo de recursos pesqueiros.** In: Viana DL, Oliveira JEL, Hazin FHV, Souza MAC (eds.). *Ciências do Mar: dos oceanos do mundo ao Nordeste do Brasil*, Via Design Pub., Olinda, p. 407-427.
- De Sousa JCR (2014) **A pesca predatória no rio Cuiabá como crime ambiental, realizada no município de Cuiabá no período de piracema.** *Homens do Mato* 6:e275.
- De Souza Andrade B, Andrade JS, Brito JM (2019). **Situação da pesca artesanal e condições ambientais na percepção dos pescadores do município de Ariquemes/RO.** *Scientia Amazonia* 8(1):1–12.
- Dias T (2006) **Os peixes, a pesca e os pescadores da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil.** 162 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.
- Domingos IM, Gonçalves RM (2019) **População ribeirinha no Amazonas e a desigualdade no acesso à saúde.** *Revista de Estudos Constitucionais, Hermenêutica e Teoria do Direito* 11(1): 99–108.
- Doria CRDC, Araújo TRD, Souza STBD, Torrente-Vilara G (2008) **Contribuição da etnoictiologia à análise da legislação pesqueira referente ao defeso de espécies de peixes de interesse**

comercial no oeste da Amazônia Brasileira, rio Guaporé, Rondônia, Brazil. *Biotemas* 21:119–132.

Do Rosário JJ (2010) **Cultura, educação e sustentabilidade:** Práticas de vida da mulher trabalhadora da Maré. *Revista Espaço Livre* 5(10):5–17.

Faganello CRF, Neto OMF (2021) **Saneamento Básico: direito assegurado pela Constituição Federal.** *Journal of Law and Sustainable Development* 9:e673.

Fonseca M, Alves F, Macedo MC, Azeiteiro UM (2016) **O papel das mulheres na pesca artesanal marinha: estudo de uma comunidade pesqueira no município de Rio das Ostras, RJ, Brasil.** *Revista de Gestão Costeira Integrada* 16:231–241.

Ferraz JSF, Albuquerque UPD, Meunier IMJ (2006) **Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica* 20:125–134.

Frank O, Snijders T (1994) **Estimating the size of hidden populations using snowball sampling.** *Journal of Official Statistics* 10:53–67.

Galdino YSN, Da Silva CJ (2007) **A casa pantaneira, moradia tradicional de uma comunidade ribeirinha do Pantanal Matogrossense.** In: Encontro Nacional/Latino-Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, *Anais...* Campo Grande: ANTAC, p. 1276–1285.

Garcez DS, Sánchez-Botero JI (2005) **Comunidades de pescadores artesanais no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** *Atlântica* 27(1):17–19.

Goes L de O (2008) **Os usos da nomeação mulher pescadora no cotidiano de homens e mulheres que atuam na pesca artesanal.** masterThesis, Universidade Federal de Pernambuco.

Goodman LA (1961) **Snowball sampling.** *The Annals of Mathematical Statistics* 32(1):148–170.

Goulding M (1980) **The fishes and the forest: explorations in Amazonian natural history.** University of California Press, 292 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023). **Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022.** Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/POP2022_Municipios.pdf. Acessado em 18 Nov 2023.

IUCN (2023) **The IUCN Red List of Threatened Species.** Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/en>. Acessado em 20 Dez 2023.

Jepsen DB, Winemiller KO, Taphorn DC, Olarte DR (1999) **Age structure and growth of peacock cichlids from rivers and reservoirs of Venezuela.** *Journal of Fish Biology* 55:433–450.

Jepsen R, Roberts J, Lick W (1997) **Effects of bulk density on sediment erosion rates.** *Water, Air, and Soil Pollution* 99:21–31.

- Johannes RE (1993) **Integrating traditional ecological knowledge and management with environmental impact assessment**. In: Inglis JT. *Traditional ecological knowledge: concepts and cases*. Ottawa: International Program on Traditional Ecological Knowledge and International Development Research Centre, p. 33-39.
- Junk WJ (1985) **Temporary fat storage, an adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon River**. *Amazoniana: Limnologia et Oecologia Regionalis Systematis Fluminis Amazonas* 9(3):315–351.
- Ladislau DDS (2017) **Perfil sócio-econômico e etnoconhecimento ictiológico de “piabeiros” do município de Barcelos, Amazonas**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros) Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 113 f.
- Latrubesse EM, Stevaux J, Prado R (1999) **The Araguaia-Tocantins fluvial Basin**. *Boletim Goiano de Geografia* 19:120–127.
- Lima LGD, Batista VDS (2012) **Estudos etnoictiológicos sobre o pirarucu *Arapaima gigas* na Amazônia Central**. *Acta Amazonica* 42:337–344.
- Lima-Junior DP, Magalhães ALB, Vitule JRS (2015) **Dams, politics and drought threat: the march of folly in Brazilian freshwaters ecosystems**. *Natureza & Conservação* 13:196–198.
- Lima-Junior DP, Magalhães ALB, Pelicice FM, Vitule JRS, Azevedo-Santos VM, Orsi ML, Simberloff D, Agostinho AA (2018) **Aquaculture expansion in Brazilian freshwaters against the Aichi Biodiversity Targets**. *Ambio* 47: 427–440.
- Lopes IG, Oliveira RG, Ramos FM (2016) **Perfil do consumo de peixes pela população Brasileira**. *Biota Amazônia* 6(2):62–65.
- Lopes MH, Franco JLDA, Costa KS (2018) **Expressões da natureza no Parque Nacional do Araguaia: processos geoecológicos e diversidade da vida**. *História Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC), Revista de La Solcha* 7:65–100.
- Lopes Dos Santos G, Pereira MG, Delgado RC, Magistrali IC, Gomes Da Silva C, Oliveira MM, Larangeira PB, Silva TP (2021) **Degradation of the Brazilian Cerrado: Interactions with human disturbance and environmental variables**. *Forest Ecology and Management* 482:118875.
- Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (2008) **Livro Vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. MMA-ICMBio, Brasília, DF.
- Maneschy MC (1995) **A mulher está se afastando da pesca? continuidade e mudança no papel da mulher na manutenção doméstica entre famílias de pescadores no litoral do Pará**. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 11(2):145–166.

- Marimon BS, Lima EDS (2001) **Caracterização fitofisionômica e levantamento florístico preliminar no Pantanal dos Rios Mortes-Araguaia, Cocalinho, Mato Grosso, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica* 15:213–229.
- Marimon BS, Marimon B-H, Lima HS, Jancoski HS (2008) **Pantanal do Araguaia: Ambiente & Povo - Guia de Ecoturismo.** Ed. UNEMAT, Cáceres.
- Marimon BS, Marimon-Junior BH, Mews HA, Jancoski HS, Franczak DD, Lima HS, Lenza E, Rossete AN, Moresco MC (2012) **Florística dos campos de murundus do Pantanal do Araguaia, Mato Grosso, Brasil.** *Acta Botanica Brasilica* 26:181–196.
- Marques JGW (2012) **Etnoictiologia: pescando pescadores nas águas da transdisciplinaridade.** *Revista Ouricuri* 2(2):9–38.
- Matos LS, Parisotto DC, Carvalho LN (2018) **Length-weight relationship and condition factor of the Characidae matrinxã, *Brycon falcatus* (Müller & Troschel, 1844), in the Teles Pires River, southern Amazon.** *Journal of Applied Ichthyology* 34:724–728.
- Matos LSD, Santana HSD, Silva JOS, Carvalho LN (2020) **Percepção dos pescadores profissionais artesanais sobre o declínio na captura do peixe matrinxã no Rio Teles Pires, Bacia do Tapajós.** *Padrões Ambientais Emergentes e Sustentabilidade dos Sistemas.* Ed. Atena, p. 87–101.
- Medeiros HQ (1999) **Impactos das políticas públicas sobre os pescadores profissionais do Pantanal de Cáceres - Mato Grosso.** Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Melo C, Lima J, Melo T, Pinto-Silva V (2005) **Peixes do Rio das Mortes: identificação e ecologia das espécies mais comuns.** Ed. UNEMAT, Cáceres, MT.
- Meza DO, Pulido MT, Aiza AG, Silva CJ, Sander NL, Arruda JC (2021) **Vínculos entre los productos forestales no maderables y el turismo: el caso del laurel (*Litsea glaucescens* Kunth) en el Parque Nacional el Chico, Hidalgo, México.** *El Periplo Sustentable: revista de turismo, desarrollo y competitividad* 40:206–232.
- Morais FFD, Moraes RFD, Silva CJ (2009) **Conhecimento ecológico tradicional sobre plantas cultivadas pelos pescadores da comunidade Estirão Comprido, Pantanal Matogrossense, Brasil.** *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 4:277–294.
- Moura FDBP, Marques JGW (2007) **Conhecimento de pescadores tradicionais sobre a dinâmica espaço-temporal de recursos naturais na Chapada Diamantina, Bahia.** *Biota Neotropica* 7:119–126.

- Nápolis PMM (2010) **Políticas públicas na bacia hidrográfica do Rio das Mortes Mato Grosso-Brasil: educação ambiental para vidas**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- Nuttall S (2009) **Entanglement: Literary and cultural reflections on post-apartheid**. NYU Press, New York.
- Oliveira GZ, Silva CJ da (2013) **Conhecimento ecológico tradicional de pescadores profissionais sobre peixes da baía Caiçara, Pantanal de Mato Grosso, Cáceres, Brasil**. *Revista Brasileira de Zoociências* 15:171–181.
- Oliveira MODS, Luiz DDB, Verdolin Dos Santos VR, Silva De Oliveira EH, De Souza Martins GA (2019) **Aspectos de Qualidade e segurança do tambaqui (colossoma macropomum) e pintado da Amazônia (Pseudoplatystoma reticulatum x Leiarius marmoratus)**. *Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins* 6:10–16.
- Orsi WD, Richards TA, Francis WR (2018) **Predicted microbial secretomes and their target substrates in marine sediment**. *Nature Microbiology* 3:32–37.
- Pereira MCS, Martins JRS, Nogueira FF, Magalhães AAB, Silva FPD (2021) **Melhoria da qualidade da água de rios urbanos: novos paradigmas a explorar–Bacia hidrográfica do rio Pinheiros em São Paulo**. *Engenharia Sanitária e Ambiental* 26:577–590.
- Pinheiro MHO, Carvalho LN, Arruda R, Guilherme FAG (2015) **Consequences of suppressing natural vegetation in drainage areas for freshwater ecosystem conservation: considerations on the new "Brazilian forest code"**. *Acta Botanica Brasílica* 29:262–269.
- PMNSA – Prefeitura Municipal de Novo Santo Antônio – Mato Grosso (2023) **A expressão: “Pesque e Solte” também está liberada em Novo Santo Antônio-MT no período de 02 de fevereiro a 31 de setembro**. Disponível em: <https://www.novosantoantonio.mt.gov.br/Imprensa/Noticias/A-expressao--pesque-e-solte--tambem-esta-liberada-em-novo-santo-antonio---mt-no-periodo-de-02-de-fevereiro-a-31-de-setembro/>. Acessado em 07 dez 2023.
- Puri RK (2001) **ANTHROPAC for Environment and Anthropology**. Disponível em: www.uka.ac.uk/anthropology/staff/rajP.html. Acessado em 01 fev 2022.
- Ribeiro CDFA (2009) **Processamento de Piraíba (Brachyplatystoma filamentosum): desidratação osmótica, defumação e secagem**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Ribeiro I, Castro ACLD (2017) **Pescadores artesanais e a expansão portuária na praia do boqueirão, ilha de São Luís-MA**. *Revista de Políticas Públicas* 20:863–884.

- Ribeiro JE (2021) **Sobreposição das áreas de pesca e ocorrência de Toninha (*Pontoporia blainvillei*) (Gervais & D'orbigny, 1844) no Sul do Brasil**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas), Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Imbé, RS.
- Rocha MDSP, Mourão JDS, Souto WDMS, Barboza RRD, Alves RRDN (2008) **O uso dos recursos pesqueiros no estuário do rio Mamanguape, Estado da Paraíba, Brasil**. *Interciencia* 33(12): 903–910.
- Rodrigues MDN, Costa CVC, Silva AKS, Lages IO, Reis ISC, Macedo DB, Coelho HJP, Amaral MCF (2023) **Biodiversidade e conservação do pirarucu**. *Cartilha UFRA/Campus Belém, PA*.
- Rodríguez HCE (2016) **Parásitos del Shio, *Hypostomus oculus* Fowler, 1943 (Pisces: Loricariidae) en ríos de la provincia de Pastaza, República del Ecuador**. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias), Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Rosin C, Amorim R, Morais T (2015) **Análise de tendências hidrológicas na Bacia do Rio das Mortes**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 20:991–998.
- Santos GM (2004) **Piraíba, o peixe gigante**. *Ciência Hoje* 34:69–71.
- Santos GM, Ferreira EJG, Zuanon JAS (2009) **Peixes comerciais de Manaus**. Ed. INPA, Manaus, AM, Brasil.
- Santos GM, Oliveira Jr ABD (1999) **A pesca no reservatório da hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil)**. *Acta Amazonica* 29:145–145.
- Santos KPP, Vieira IR, Alencar NL, Soares RR, Barros RFMD (2018) **Atividade pesqueira e conhecimento etnoictiológico na comunidade de pescadores artesanais de Miguel Alves/PI, Brasil**. *Boletim do Instituto de Pesca* 44:25–34.
- Santos WAD, Erthal Junior M, Barcellos RGS (2021) **Biocapacity of brazilian biomes using emergy ecological footprint concepts**. *Ambiente & Sociedade* 24:e01342.
- Santos-Fita D, Costa-Neto EM (2007) **As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozootologia**. *Biotemas* 20:99–110.
- Schmidt-Nielsen K (2002) **Fisiologia Animal: Adaptação e Meio Ambiente**. 5. ed. Ed. Santos, São Paulo, SP.
- Smith JJ (1993) **Using ANTHROPAC 3.5 and a spreadsheet to compute a free-list salience index**. *Field Methods* 5(3):1–3.
- SMTC – Secretaria Municipal de Turismo e Cultura (2023) **Regulamento do 20º Festival de Pesca**. Disponível em: https://www.novaxavantina.mt.gov.br/fotos_noticias_downloads/521.pdf. Acessado em 07 Dez 2023.

- Silva AL (2003) **Uso de recursos por populações ribeirinhas do médio Rio Negro**. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- Silvano RAM, Hanazaki N, Begossi A (2002) **Biodiversity and use of fishes on São Paulo coast (Brazil)**. In: *Healthy ecosystems healthy people conference*. Washington, DC.
- Sousa TD (2018) **Etnoecologia da pesca artesanal e percepção ambiental sobre os impactos à ictiofauna no Submédio e Baixo São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.
- Timpe K, Kaplan D (2017) **The changing hydrology of a dammed Amazon**. *Science Advances* 3:e1700611.
- Toledo VMM, Barrera-Bassols N (2009) **A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais**. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 20:31–45.
- Torres DF, Oliveira ES (2008) **Percepção ambiental: instrumento para educação ambiental em unidades de conservação**. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental* 21:227–235.
- Vasconcellos M, Diegues AC, Sales R (2007) **Relatório Integrado: Diagnóstico da pesca artesanal no Brasil como subsídio para o fortalecimento institucional da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca**. *SEAP*, Brasília, DF.
- Vieira NC, Moraes SC, Nunes ZMP (2013) **Estudo da pesca e a escolaridade de jovens pescadores na Vila de Bonifácio, Bragança-Pará, costa norte brasileira**. *Boletim do Instituto de Pesca* 39:195–204.
- Vital AV, Tejerina-Garro FL (2019) **Fomento à pesca e riscos de extinção: uma análise a partir do registro fotográfico do pirarucu (*Arapaima gigas*) do rio Araguaia em meados do século XX**. *Antíteses* 12:363–390.
- Vitorino CA, Nogueira F, Souza IL, Araripe J, Venere PC (2017) **Low genetic diversity and structuring of the *Arapaima* (Osteoglossiformes, Arapaimidae) population of the Araguaia-Tocantins Basin**. *Frontiers in Genetics* 8:e159.
- Weller SC, Romney AK (1988). **Systematic data collection**. Sage publications.
- Winemiller KO, Taphorn DC, Barbarino-Duque A (1997) **Ecology of *Cichla* (Cichlidae) in two blackwater rivers of Southern Venezuela**. *Copeia* 1997:690–696.
- Winter de Carvalho D, Barbosa KS (2019) **Litigância climática como estratégia jurisdicional ao aquecimento global antropogênico e mudanças climáticas**. *Revista de Direito Internacional* 16(2):54–72.

- Winton RS, Calamita E, Wehrli B (2019) **Reviews and syntheses: Dams, water quality and tropical reservoir stratification.** *Biogeosciences* 16:1657–1671.
- Ximenes FA, Gobara ST, Radford L (2020) **O estudo da temática piracema na perspectiva da teoria da objetivação.** *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 19:110–131.
- Zacarkim CE, Piana PA, Baumgartner G, Aranha JMR (2015) **The panorama of artisanal fisheries of the Araguaia River, Brazil.** *Fisheries Science* 81:409–416.

CONCLUSÃO GERAL

Nossas análises indicaram que a distribuição geográfica atual das quatro espécies mais pescadas e comercializadas no Rio das Mortes, *Pseudoplatystoma fasciatum* (Pintado), *Brycon falcatus* (Voadeira), *Myloplus torquatus* (Pacu) e *Leporinus friderici* (Piau-três-pintas), está sendo influenciada pelas condições climáticas e pela integridade dos habitats, especialmente pela presença de áreas protegidas, como unidades de conservação e terras indígenas, as quais desempenham um papel fundamental na persistência dessas espécies e de seus nichos ecológicos específicos (ESNs). Os padrões históricos espaciais e biogeográficos foram discernidos com base nas condições durante o último máximo glacial (LGM), permitindo uma compreensão mais profunda da dinâmica populacional dessas espécies ao longo do tempo. Apesar da persistência da fidelidade espacial desde o LGM até o presente, em nossos cenários estudados, tanto para as condições atuais quanto futuras, observamos que grandes áreas poderão se tornar inadequadas para a *P. fasciatum* e *B. falcatus*. No entanto, os efeitos das mudanças climáticas sobre a ictiofauna são diferenciados, sugerindo que as populações de *M. torquatus* e *L. friderici* poderão ser menos afetadas pelo aumento futuro da temperatura.

Nossas descobertas destacam ainda a insuficiência das atuais áreas protegidas em representar adequadamente os ESNs das espécies avaliadas, apontando para a necessidade do estabelecimento de novas áreas protegidas. Essas informações têm implicações significativas para a gestão dos recursos pesqueiros na Bacia do Rio das Mortes, fornecendo uma base sólida para recomendar e implementar políticas públicas que visem garantir a pesca sustentável e a proteção das espécies de peixes que desempenham um papel crucial no sustento das comunidades locais, pescadores e populações ribeirinhas ao longo da fronteira sul-amazônica.

Nosso estudo apontou ainda que a percepção dos pescadores e das comunidades ribeirinhas em relação às mudanças climáticas, ambientais e à redução populacional das espécies de peixes por eles pescadas, consumidas e comercializadas reflete uma preocupante tendência de declínio nos estoques pesqueiros ao longo dos anos. Este declínio tem e terá implicações socioeconômicas significativas, afetando diretamente a subsistência dessas comunidades. Portanto, é essencial promover a conscientização sobre a importância da pesca sustentável e implementar estratégias de manejo adaptadas para reverter e prevenir a degradação dos estoques pesqueiros na Bacia do Rio das Mortes, por meio da colaboração entre as partes interessadas, incluindo comunidades locais, cientistas, governos e organizações não governamentais.

APÊNDICE 1

Questionário semiestruturado que foi aplicado para avaliar o conhecimento e a percepção etnoecológica das comunidades ribeirinhas/pescadores do Rio das Mortes, em Mato Grosso

ROTEIRO PARA ENTREVISTAS

PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO

Idade: ____

Gênero: Masculino () Feminino () Outro/Prefere não falar ()

Estado civil:

Solteiro () Casado () Viúvo () Separado () Outro: _____

Cidade e estado de nascimento: _____

Quanto tempo reside no local atual: _____

Sua residência é:

() Própria (tamanho do terreno ou chácara: _____)

() Alugada

Escolaridade:

() Nunca frequentou escola

() Ensino Fundamental (1º grau) incompleto

() Ensino Fundamental (1º grau) completo

() Ensino médio (2º grau) incompleto

() Ensino médio (2º grau) completo

() Superior incompleto

() Superior completo

() Mestrado ou Doutorado

() Não sabe informar

AValiação Ictiológica e Ambiental

Você pesca ou já pescou no Rio da Mortes?

Quais peixes você mais pesca?

Quais peixes você mais gosta de pescar?

Quais peixes você pesca para comer?

Quais peixes você mais pescava no início dos anos 1990 (Na época do Fernando Collor) e em 2000 (na época do Fernando Henrique ou no início do governo Lula)?

Quais peixes você mais pesca hoje?

Quais espécies são mais fáceis de pescar? Quais são mais fáceis de vender? Por quê?

Quais peixes são mais comercializados atualmente?

Quais peixes você consegue vender por um valor maior?

Quais espécies são mais procuradas para comprar?

Quais peixes você usa para Isca?

Quais espécies que você gostava de pescar e hoje não encontra mais no rio?

Quais espécies de peixes estão mais raras hoje em dia? Antigamente, elas também eram difíceis de encontrar?

Quais espécies de peixes estão mais comuns hoje em dia? Antigamente, elas também eram comuns e fáceis de encontrar?

Quais apetrechos de pesca que você costuma usar hoje em dia (pedir os tamanhos de anzóis, linhas, redes, tarrafas, etc...)? E antigamente, você usava quais apetrechos?

Você acha necessário termos parques e reservas para conservar a natureza? Por que?

Você conhece algum parque ou reserva? Qual?

Você acha que esse parque/reserva poderia ter alguma outra utilidade melhor? Qual?

Você acha que o desmatamento da sua região aumentou ou diminuiu nos últimos 10 anos? O que você acha que causou esse aumento/redução?

Quais ações você faz ou já fez para preservar ou proteger o meio ambiente? O que?

Qual é o período do ano em que o rio fica mais baixo?

Qual é o período do ano em que o rio fica mais cheio?

Você lembra de um ano em que o rio atingiu a cota mais baixa?

Você lembra de um ano em que o rio atingiu a cota mais alta?

Você acha que a inundação e seca do rio estão iguais hoje com 20 anos atrás? O que mudou?

Você sabe o que é “piracema”? Acha importante e necessário ter esse período de proibição da pesca?

Você acha que o clima está igual ou diferente de 10 anos atrás. Se ele/a responder diferente, perguntar o que mudou (o que aumentou ou diminuiu).

Você bebe a água do rio sem ferver/tratar? Porque?

O que você poderia fazer para contribuir com a conservação do rio, dos peixes e da vegetação?

Você acha que aqui no seu município acontece a pesca predatória? Se sim, por quem?

O que você acha que o governo deveria fazer para conservar a água do rio, os peixes e a vegetação?

Como você acha (peça para ele/a imaginar que entraria em uma máquina do tempo) que estará a água do rio, os peixes e a vegetação das margens daqui a 20 anos?