



MUDANÇAS DECLARADAS NA CAPTURA, PERDA DE PETRECHOS E RISCO DE ACIDENTE NA PESCA ARTESANAL DO MÉDIO RIO TOCANTINS

DECLARED CHANGES IN CATCH, GEAR LOSS AND ACCIDENT RISK IN ARTISANAL FISHING OF THE MIDDLE TOCANTINS RIVER

Onivaldo da Rocha Mendes Filho¹, Diogo Martins Nunes², Israel Hidenburgo Aniceto Cintra³

¹ Secretaria da Pesca e Aquicultura do Estado do Tocantins (SEPEA).

² Grupo de Estudos Pesqueiros e Ciências do Mar (EPECMAR), Departamento de Pesca e Aquicultura
(DEPAq), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

³ Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

*e-mail: onivaldo.rocha@gmail.com

Citação: DA ROCHA MENDES FILHO, O.;
NUNES, D. M.; CINTRA, I. H. A. (2026).
Mudanças declaradas na captura, perda de
petrechos e risco de acidente na pesca
artesanal do médio Rio Tocantins. *Revista
Brasileira de Engenharia de Pesca*, 17(1),
677-694.
<https://doi.org/10.18817/repesca.v17i1.4681>

Recebido: 03 September 2026

Revisado: 04 September 2026

Aceito: 15 October 2026

Publicado: 18 October 2026



Copyright: © 2026 by the authors.

This article is an open access article
distributed under the terms and conditions
of the Creative Commons Attribution (CC
BY) license

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Resumo

Pescarias continentais de pequena escala carecem de dados padronizados e enfrentam pressões externas pouco captadas pelo monitoramento convencional. Este estudo pergunta como converter relatos retrospectivos de pescadores em hipóteses verificáveis de monitoramento quando não existem séries de desembarque, esforço ou hidrologia. Analisamos dados secundários de 418 pescadores profissionais artesanais do médio rio Tocantins, cedidos em matriz anonimizada. Entre os 407 que seguiam pescando na área, 350 (86,0%) declararam categoria mensal recente inferior à histórica e quatro (1,0%) categoria superior. A assimetria direcional foi forte (teste exato de sinais, $p < 0,001$) e as margens da tabela pareada 4×4 diferiram (Stuart-Maxwell $\chi^2 = 294,59$; $gl = 3$; $p < 0,001$). Como as perguntas ancoravam os períodos em problemas atribuídos às comportas, trata-se de contraste declarado, não de efeito causal. Perda de material foi relatada por 92,6% e risco de acidente por 69,4%, com forte coocorrência (RP ajustada 3,34; IC 95% 1,72–6,49). O estudo não estima mudança de estoque. Sua contribuição é um procedimento replicável: ancorar temporalmente os relatos, separar percepção, padrão e hipótese, e derivar daí variáveis a medir prospectivamente.

Palavras-chaves: Conhecimento ecológico local; Hidrelétrica; Monitoramento pesqueiro; Comportas; Dados secundários; Segurança no trabalho.

Abstract

Inland small-scale fisheries lack standardized data and face external pressures poorly captured by conventional monitoring. This study asks how retrospective accounts from fishers can be converted into verifiable monitoring hypotheses when no landing, effort or hydrological series exist. We analysed secondary data from 418 professional artisanal fishers of the middle Tocantins River, Brazil, ceded as an anonymized matrix. Among the 407 still fishing in the area, 350 (86.0%) declared a lower recent than historical monthly category and four (1.0%) a higher one. Directional asymmetry was strong (exact sign test, $p < 0.001$) and margins of the paired 4×4 table differed (Stuart–Maxwell $\chi^2 = 294.59$; $df = 3$; $p < 0.001$). Because the questions anchored the periods to problems attributed to the gates, this is a declared contrast, not a causal effect. Material loss was reported by 92.6% and accident risk by 69.4%, with strong co-occurrence (adjusted PR 3.34; 95% CI 1.72–6.49). The study estimates no stock change. Its contribution is a replicable procedure: anchor accounts in time, separate perception, pattern and hypothesis, and derive variables to be measured prospectively.

Keywords: Local ecological knowledge; Hydropower; Fisheries monitoring; Reservoir operation; Secondary data; Occupational safety.



Introdução

Pescarias artesanais continentais sustentam alimentação, renda e modos de vida, mas permanecem entre os sistemas pesqueiros com maiores lacunas de dados para avaliação e manejo (Funge-Smith & Bennett, 2019). A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2026) registra que essas pescarias frequentemente carecem de métricas de estoque e recomenda combinar avaliação formal, conhecimento tradicional, cogestão e governança de bacia para enfrentar pressões externas como hidrelétricas, agricultura, mineração e poluição. Essa lacuna torna valiosas fontes complementares de evidência baseadas nas observações dos pescadores, capazes de registrar sinais de mudança em captura, esforço, petrechos, acesso e segurança.

O conhecimento ecológico local (CEL) tem sido utilizado para reconstruir tendências de captura e apoiar o manejo em pescarias com séries incompletas (Leite & Gasalla, 2013; Martins et al., 2018; Keppeler et al., 2020; Silas et al., 2023). Sua interpretação exige transparência quanto à memória, à seleção dos participantes, à formulação das perguntas e à triangulação com dados independentes (Davis & Ruddle, 2010). Damasio et al. (2015) quantificaram limites relevantes ao confrontar estimativas retrospectivas de captura por unidade de esforço (CPUE) com dados formais de desembarque: os pescadores foram mais acurados ao relatar capturas máximas do que médias. Castello et al. (2023), aplicando recordações de pescadores a pescarias fluviais sem dados na bacia do Congo, concluíram que tais recordações não substituem dados de desembarque, mas servem como aproximações úteis para identificar tendências onde nenhum dado existe. Em reservatório brasileiro, Strieder Philippsen et al. (2017) compararam entrevistas com 25 anos de monitoramento de desembarque no Itaipu e encontraram concordância nas tendências de queda para cerca de 90% das espécies, ainda que ressaltem que os pescadores percebem reduções com mais facilidade do que aumentos.

A bacia do rio Tocantins-Araguaia abriga elevada diversidade de peixes, com 751 espécies reconhecidas por Chamon et al. (2022), e sofre forte pressão de barramentos e de alterações em escala de bacia (Pelicice et al., 2021). Barragens neotropicais modificam conectividade, habitats, migração, recrutamento e composição das assembleias, com repercussões sobre espécies exploradas e sobre a dinâmica das pescarias (Agostinho et al., 2008). Em escala amazônica, pescarias e conhecimento local podem permanecer sub-representados no planejamento hidrelétrico, embora sejam centrais para documentar impactos e respostas adaptativas (Doria et al., 2018; Baird et al., 2021; Arantes et al., 2023). No médio rio Tocantins, pescadores já documentaram mudanças de abundância, composição, esforço e estratégias após represamentos (Hallwass et al., 2013; Santos & Pelicice, 2023, 2025).

Além das transformações ecológicas de longo prazo, a dinâmica temporal do nível pode afetar diretamente a operação da pesca: exposição e perda de petrechos, navegação, segurança e acesso aos pesqueiros. Variações subdiárias



podem ser relevantes mesmo quando médias diárias parecem estáveis, mas mecanismos como *hydropeaking* somente podem ser diagnosticados com séries hidrológicas em resolução compatível (Almeida et al., 2020; Bipa et al., 2024). Neste estudo, relatos de variação do nível são tratados como experiência dos pescadores e como sinal para investigação independente, não como identificação do mecanismo hidráulico.

A pergunta científica deste artigo decorre desse ponto: quando um levantamento retrospectivo é a única evidência disponível, o que legitimamente se pode extrair dele e como esse conteúdo se converte em um programa de medição verificável? Trata-se de uma questão de método aplicável a qualquer pescaria continental regulada com baixa disponibilidade de dados, e o médio rio Tocantins é usado como caso instrumental para respondê-la.

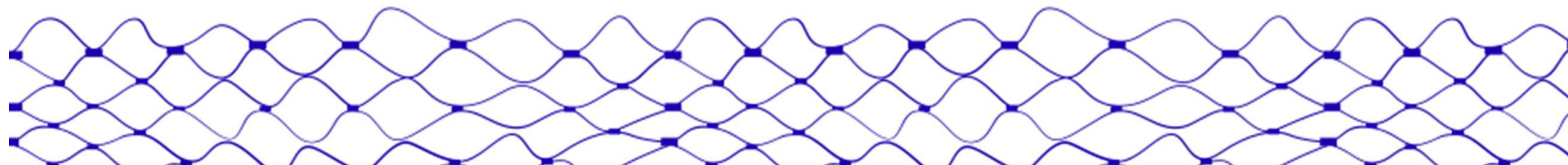
Nossa estratégia parte de tomar a redação do instrumento original como objeto de análise, e não como ruído de fundo. A palavra “comportas” foi usada pelos próprios participantes e é mantida como categoria êmica para mudanças de nível atribuídas à usina, sem distinguir vertimento, turbinação, regras de operação do reservatório ou hidrologia natural. Sobre essa base, separamos três níveis de asserção e deles derivamos um conjunto definido de variáveis a medir prospectivamente.

Material e Métodos

Área de estudo

A Usina Hidrelétrica Estreito (UHE Estreito) está instalada no rio Tocantins, na divisa entre os municípios de Estreito, Maranhão, e Aguiarnópolis, Tocantins, na porção sul da Amazônia Legal, em zona de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2011) informa potência instalada de 1.087 MW e início da operação comercial da primeira unidade geradora em 29 de abril de 2011. Segundo o Consórcio Estreito Energia (CESTE, s.d.), o enchimento do reservatório iniciou em dezembro de 2010 e foi concluído em maio de 2011. A literatura regional documenta deslocamentos, perdas de áreas de uso e conflitos socioambientais associados ao empreendimento (Pereira, 2013; Brito & Almeida, 2017; Sousa et al., 2024).

Um evento regional posterior ao enchimento integra o contexto temporal. Em 22 de dezembro de 2024, a Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira desabou entre Aguiarnópolis e Estreito, e veículos que transportavam defensivos agrícolas e ácido sulfúrico caíram no rio, motivando monitoramento emergencial. As análises subsequentes não indicaram alteração na qualidade da água atribuível ao acidente, inclusive após a constatação do vazamento completo de um dos tanques de ácido sulfúrico (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico [ANA], 2024, 2025). O levantamento de 2026 não foi desenhado para separar a influência desse episódio sobre memória, percepção ambiental ou comportamento de pesca; o evento é tratado como contexto concorrente e retomado nas limitações, sem inferência de contaminação. A Figura 1 situa as sedes municipais e a usina.



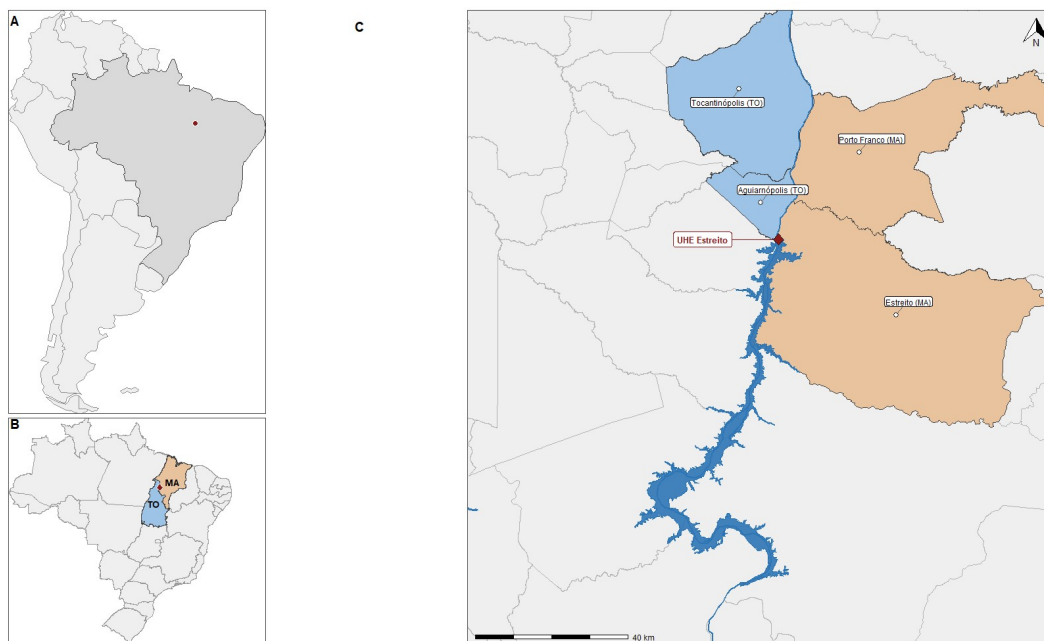


Figura 1. Contexto cartográfico da área de estudo. (A) América do Sul com o Brasil destacado; (B) Brasil com os estados do Tocantins e do Maranhão destacados; (C) corredor do médio rio Tocantins com sedes municipais e a UHE Estreito. Os pontos são utilizados apenas para localização: município de residência não equivale a pesqueiro nem a medida de exposição hidrológica. Base do painel A: Natural Earth 1:110 m; limites estaduais do painel B: IBGE, Malhas Territoriais 2022; coordenada da UHE: ANA (2024b).

Origem dos dados e itens analisados

Os dados utilizados nesta pesquisa correspondem a uma cessão científica secundária realizada em 2026 pela empresa Aquanox Consultoria e Representação Ltda., no âmbito de atividade profissional de Engenharia de Pesca, com Anotação de Responsabilidade Técnica registrada no CREA/TO. O levantamento técnico original tinha escopo mais amplo e não foi concebido como pesquisa científica. Para este artigo, a controladora disponibilizou uma matriz desidentificada e previamente depurada, restrita às variáveis pertinentes às perguntas científicas aqui formuladas. Assim, o presente estudo não reanalisa integralmente o questionário de origem nem incorpora variáveis econômicas, compensatórias ou outros desfechos que não integram a cessão.

A matriz científica cedida continha 418 registros únicos e doze itens. Cinco caracterizam a atividade: município de residência, filiação a colônia, posse de Registro Geral da Atividade Pesqueira, tempo de atividade na pesca e principal petrecho utilizado. Dois formam o par de captura mensal declarada, referentes a um período histórico e a um período recente, com as mesmas quatro faixas ordinais. Dois tratam da operação cotidiana da pesca: perda de rede, petrecho ou outro material e ocorrência de risco de acidente. Três são complementares: principais recursos pesqueiros citados, declaração de interrupção da pesca na área e um campo aberto opcional. A depuração de registros incompletos ou duplicados pertenceu à etapa técnica anterior à cessão; no âmbito desta pesquisa secundária não houve nova exclusão, sorteio, seleção ou dimensionamento amostral.



A coleta de origem ocorreu entre 23 de junho e 5 de julho de 2026. O formulário eletrônico foi repassado em grupos das colônias de pescadores, e os pescadores responderam de forma voluntária. O levantamento alcançou pescadores vinculados às colônias de Tocantinópolis/TO, Estreito/MA, Porto Franco/MA e Aguiarnópolis/TO, além de residentes em localidades adjacentes dos dois estados. Essas informações descrevem a origem da matriz cedida e não significam que a presente pesquisa tenha realizado recrutamento ou aplicação de questionário. O município de residência foi usado apenas como contexto e covariável, não representando o local efetivo de pesca nem medida de exposição hidrológica.

Redação dos itens centrais

O enquadramento dos itens analisados é decisivo para a interpretação e, por isso, sua redação é reproduzida literalmente. O par de captura não constituía comparação temporal neutra. O primeiro item perguntava: “Antes dos problemas com as comportas, quanto você pescava por mês, em média?”; o segundo: “Depois que as comportas passaram a abrir e fechar com frequência, quanto você pesca por mês, em média?”. Ambos ofereciam as mesmas faixas. A comparação central representa, portanto, um contraste retrospectivo atribuído pelos próprios respondentes, e não medição independente com datas pré e pós-definidas. Os itens de petrechos e segurança seguiam a mesma lógica atributiva: “Você já perdeu rede, petrecho ou outro material por causa da variação do nível do rio?” e “Você já correu risco de acidente por causa da variação do nível do rio ou da operação das comportas?”. Essas redações impedem usar as respostas como demonstração independente de causalidade; elas são interpretadas como experiências e atribuições dos participantes, cuja consistência interna pode gerar hipóteses para monitoramento independente.

Natureza secundária dos dados e aspectos éticos

Este estudo não envolveu nova entrevista, aplicação de questionário, recrutamento, contato ou intervenção com pessoas. Consiste na sistematização e análise de dados secundários preexistentes e não gerou dado novo. A base recebida para esta reanálise reúne os 418 registros já consolidados pela controladora. Portanto, a descrição das etapas de coleta e depuração serve apenas para documentar a proveniência dos dados; as inferências deste artigo decorrem exclusivamente da matriz científica cedida e dos doze itens especificados acima.

A empresa cedente atuou como controladora dos dados e realizou a anonimização antes do compartilhamento da matriz científica. Nomes, Cadastro de Pessoas Físicas e demais identificadores diretos não integraram a cessão. Os autores não utilizaram identificadores na presente reanálise e a matriz disponibilizada não oferece meios diretos de reidentificação. Por operar exclusivamente sobre a base anonimizada cedida, sem novo contato com participantes, o estudo não foi submetido a Comitê de Ética em Pesquisa, conforme o enquadramento jurídico adotado no manuscrito. O formulário de origem continha



declaração de concordância para participação voluntária e divulgação anonimizada dos resultados, e somente registros com concordância explícita integram a base cedida. Nenhuma transcrição literal de resposta aberta é reproduzida, e a matriz individual não é divulgada, em razão do risco residual de reidentificação por contexto.

Hipóteses

H₁: entre pescadores que continuaram atuando na área, haveria forte assimetria nas transições entre categorias retrospectivamente declaradas de referência histórica e recente de captura, com predomínio de categorias recentes inferiores. H₂: perda de material e risco de acidente apresentariam forte coocorrência. Como análises secundárias, examinamos se a categoria histórica e a magnitude da mudança variavam entre classes de experiência e se o uso de rede de emalhar se associava à perda de material.

Variáveis e estratégia quantitativa

A captura mensal foi registrada em quatro faixas ordinais: menos de 50 kg; 50–100 kg; 100–200 kg; e mais de 200 kg. Os itens usaram as expressões “antes” e “depois” sem data-âncora comum; por isso, denominam-se aqui categoria de referência histórica e categoria de referência recente, isto é, duas referências retrospectivas declaradas no mesmo momento. A base não registra dias de pesca, duração de viagens, comprimento de redes ou tempo de imersão, de modo que as categorias não são interpretadas como CPUE nem como índice de abundância. Para a referência recente havia a opção “parei de pescar nessa área”, tratada como estado de participação e não como categoria zero.

O fluxo analítico decorre dessas definições. Dos 418 registros da matriz científica cedida, 11 declararam ter parado de pescar na área e são descritos separadamente como interrupção espacial da atividade, restando 407 para a comparação pareada. Os 418 integram as análises de perda de material, risco de acidente, perfil ocupacional e petrecho. O campo aberto foi preenchido por 148 participantes, dos quais 122 produziram relatos substantivos. Esses universos analíticos correspondem à elegibilidade de cada variável dentro da matriz cedida e não representam novas etapas de exclusão da base original.

Para H₁, a análise pareada incluiu os 407 participantes que continuaram pescando e classificou a transição como passagem para categoria inferior, manutenção ou passagem para categoria superior. Como a escala é ordinal e não há pressuposto de distância equivalente entre classes, o teste exato de sinais bilateral foi adotado como evidência primária. A tabela pareada 4 × 4 foi avaliada pelo teste de Stuart–Maxwell de homogeneidade marginal, com o teste de Bowker de simetria como análise complementar. O teste de Wilcoxon bilateral e a correlação rank-biserial foram mantidos como sensibilidade ordinal.

Como análise secundária, o tempo de atividade foi examinado nas quatro classes do instrumento. A magnitude ordinal da mudança foi comparada entre coortes pelo teste de Kruskal–Wallis, e a associação entre experiência e categoria



histórica foi estimada por regressão logística ordinal ajustada por município e uso de rede de emalhar. Para H_{21} , a coocorrência entre perda de material e risco de acidente foi analisada por regressão de Poisson com variância robusta, estimando razões de prevalência (RP) ajustadas por município e tempo de pesca, abordagem apropriada para desfechos frequentes em estudos transversais (Barros & Hirakata, 2003). Como sensibilidades, os modelos foram repetidos substituindo município por colônia de filiação, e a RP da coocorrência foi reestimada por bootstrap de respondentes com 2.000 reamostragens e semente fixa. Adotou-se nível de significância de 5%, com ênfase na magnitude e nos intervalos de confiança. As análises foram realizadas em Python 3.13.5, com pandas 2.2.3, SciPy 1.17.0 e statsmodels 0.14.6.

Os 122 relatos abertos substantivos foram submetidos a codificação exploratória de conteúdo por um único codificador, com leitura integral e construção indutiva de categorias não exclusivas. Não foi calculada confiabilidade interavaliador, e as frequências não estimam prevalências populacionais.

Níveis de asserção

Estudos baseados em conhecimento ecológico local frequentemente perdem força porque tratam no mesmo registro aquilo que o pescador declarou, aquilo que os dados mostram e aquilo que se supõe estar por trás. Para evitar essa fusão, adotamos três níveis explícitos, usados de forma consistente. O Nível 1, percepção declarada, reúne o que os participantes relataram sobre suas próprias experiências, incluindo as atribuições causais que eles próprios fizeram; não sustenta afirmações sobre o estado do ambiente ou do estoque. O Nível 2, padrão estatístico, reúne regularidades verificáveis na matriz de respostas, como assimetria direcional, homogeneidade marginal e coocorrência; é interno ao conjunto de dados, pois descreve a estrutura das respostas e não a do rio. O Nível 3, hipótese de mecanismo, reúne explicações candidatas para os padrões do Nível 2, formuladas como proposições a testar com dados independentes.

A distinção entre os níveis 2 e 3 é a que mais importa neste desenho. Um padrão robusto no Nível 2 é compatível com várias explicações de Nível 3, como alteração de abundância, de esforço, de capturabilidade, de acesso ou de estratégia de pesca, e nenhuma delas é decidível com os dados aqui disponíveis. Consequentemente, o estudo não estima mudança de estoque, não produz CPUE retrospectiva e não diagnostica *hydropeaking*.

Resultados

Perfil dos participantes

A amostra incluiu 418 pescadores: 142 residentes em Estreito/MA (34,0%), 127 em Tocantinópolis/TO (30,4%), 82 em Porto Franco/MA (19,6%), 18 em Aguiarnópolis/TO (4,3%) e 49 em outras localidades ribeirinhas do Tocantins e do Maranhão (11,7%). Todos declararam possuir Registro Geral da Atividade Pesqueira e 417 (99,8%) declararam filiação a alguma colônia. Quanto ao tempo na atividade, 93 (22,2%) atuavam havia menos de cinco anos, 127 (30,4%) entre cinco e dez anos, 123



(29,4%) entre dez e vinte anos e 75 (17,9%) havia mais de vinte anos. A rede de emalhar foi o principal petrecho de 309 pescadores (73,9%), seguida por linha e anzol (68; 16,3%), tarrafa (24; 5,7%), espinhel (11; 2,6%) e outros (6; 1,4%).

A Tabela 1 reúne o perfil e os indicadores que sustentam o núcleo inferencial. Todos são declarações dos próprios participantes, incluindo a atribuição de causa que eles formularam, e situam-se no Nível 1; nenhum identifica a causa física dos eventos relatados.

Tabela 1. Perfil dos participantes e indicadores autorrelatados utilizados no núcleo analítico (n = 418).

Variável / indicador	n	%
Residência: Estreito/MA	142	34,0
Residência: Tocantinópolis/TO	127	30,4
Residência: Porto Franco/MA	82	19,6
Residência: Aguiarnópolis/TO	18	4,3
Residência: outras localidades	49	11,7
Perfil: pesca há mais de 10 anos	198	47,4
Perfil: rede de emalhar como principal petrecho	309	73,9
Indicador: perda de rede, petrecho ou material	387	92,6
Indicador: risco de acidente	290	69,4
Indicador: parou de pescar nessa área	11	2,6

Mudança pareada nas categorias de captura

Onze participantes (2,6%) informaram ter parado de pescar na área e foram descritos como interrupção espacial da atividade. Entre os 407 que continuaram, 350 (86,0%) passaram para categoria recente inferior, 53 (13,0%) permaneceram na mesma e quatro (1,0%) passaram para categoria superior. Entre as 354 mudanças não empatadas, o teste exato de sinais bilateral confirmou forte assimetria direcional (350 reduções contra 4 aumentos; $p < 0,001$). Considerando a tabela pareada completa (Tabela 2), o teste de Stuart–Maxwell rejeitou a homogeneidade marginal ($\chi^2 = 294,59$; $gl = 3$; $p < 0,001$), e o teste de Bowker rejeitou a simetria ($\chi^2 = 332,55$; $gl = 6$; $p < 0,001$). O teste de Wilcoxon bilateral produziu $W = 657,5$, $p < 0,001$ e $r_{rb} = 0,979$. Esses testes situam-se integralmente no Nível 2: quantificam a consistência do contraste declarado, não a causa da mudança (Figura 2).



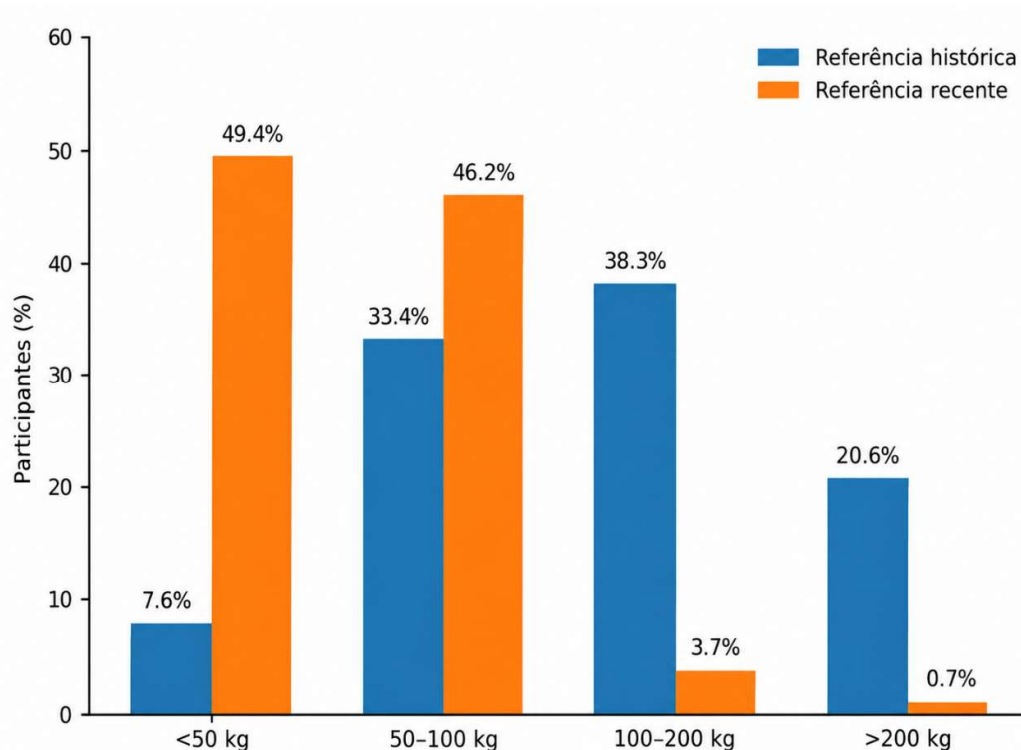


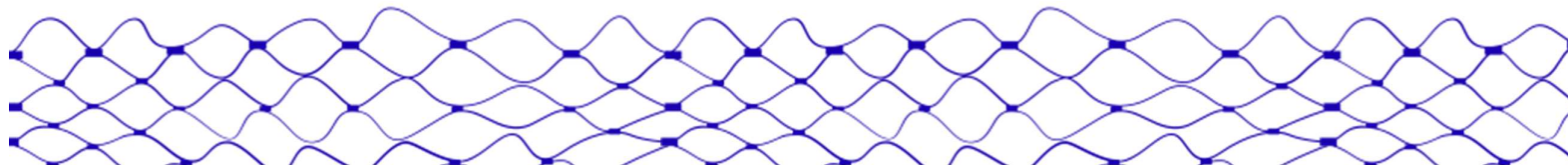
Figura 2. Distribuição das categorias retrospectivamente declaradas de referência histórica e recente de captura mensal entre os 407 participantes que continuaram pescando na área.

Tabela 2. Transição individual entre categorias de referência histórica e recente de captura entre os participantes que continuaram pescando na área (n = 407). Linhas: categoria histórica; colunas: categoria recente.

Categoria histórica	< 50 kg	50–100 kg	100–200 kg	> 200 kg	Total
< 50 kg	28	3	0	0	31
50–100 kg	116	19	0	1	136
100–200 kg	38	114	4	0	156
> 200 kg	19	52	11	2	84
Total	201	188	15	3	407

Experiência e referências históricas

Transições para categoria inferior predominaram em todas as coortes: 82,0% (< 5 anos), 84,6% (5–10 anos), 90,9% (10–20 anos) e 85,1% (> 20 anos). O teste de Kruskal–Wallis não forneceu evidência estatística suficiente de heterogeneidade na magnitude da mudança entre coortes ($H = 6,42$; $p = 0,093$), o que não demonstra equivalência entre grupos. As categorias históricas diferiram entre coortes ($H = 28,66$; $p < 0,001$). No modelo ordinal ajustado, cada avanço na classe de experiência esteve associado a odds 1,61 vez maiores de pertencer a categoria histórica mais elevada (IC 95% 1,35–1,93; $p < 0,001$; Tabela 3). Como a pergunta histórica era definida apenas como “antes dos problemas com as comportas”, parte substancial desse gradiente pode refletir a construção do referente temporal pelo próprio instrumento: pescadores com trajetórias mais longas dispõem de janelas mais extensas às quais associar o “antes”. O gradiente é resultado de Nível 2 com



múltiplas leituras de Nível 3, pois tempo de pesca pode refletir idade, esforço histórico, tecnologia, seleção de pescadores ou memória.

Petrechos, perda de material e segurança

Em análise exploratória, usuários de rede de emalhar relataram perda em 295/309 casos (95,5%), contra 92/109 (84,4%) entre usuários de outros petrechos; a RP ajustada foi 1,09 (IC 95% 1,01–1,19; $p = 0,038$), efeito modesto que permaneceu semelhante com colônia de filiação no lugar de município (RP = 1,09; IC 95% 1,01–1,18). A associação central de H_2 ocorreu entre perda de material e risco de acidente: entre os 387 que relataram perda, 283 (73,1%) também declararam risco; entre os 31 sem perda, foram 7 (22,6%). A RP ajustada por município e experiência foi 3,34 (IC 95% 1,72–6,49; $p < 0,001$; Tabela 3). A sensibilidade com colônia manteve associação forte (RP = 3,11; IC 95% 1,62–5,96), e o *bootstrap* mostrou mediana de 3,39 com intervalo percentil de 1,93–8,92, evidenciando a incerteza associada ao pequeno grupo sem perda. A associação é coocorrência de Nível 2 entre experiências autorrelatadas, sem direção causal implicada.

Tabela 3. Modelos ajustados para a referência histórica de captura, a perda de material e o risco de acidente. OR: razão de chances; RP: razão de prevalência.

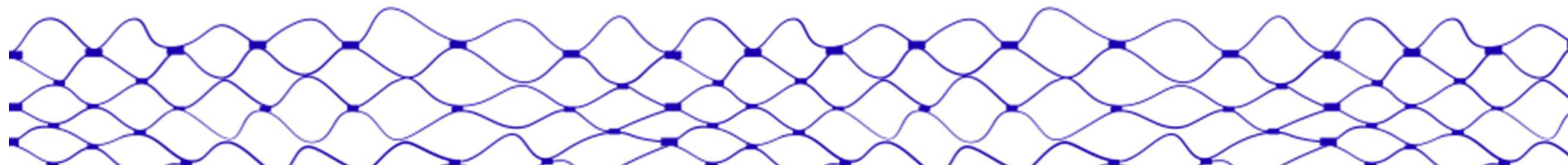
Desfecho / exposição	Medida ajustada	IC 95%	p
Categoria histórica / avanço na classe de experiência	OR 1,61	1,35–1,93	$< 0,001$
Perda de material / rede de emalhar vs. outros petrechos	RP 1,09	1,01–1,19	0,038
Risco de acidente / coocorrência com perda de material	RP 3,34	1,72–6,49	$< 0,001$

Modelos de prevalência ajustados por município e categoria de tempo de pesca; o modelo ordinal também controla o uso de rede de emalhar.

Relatos abertos

Os relatos constituem evidência interpretativa complementar. A codificação exploratória dos 122 relatos substantivos destacou perda ou dano de petrechos (34 relatos; 27,9%), variação do nível descrita como artificial, rápida ou difícil de antecipar (28; 23,0%) e danos a embarcações ou motores (22; 18,0%). Risco à segurança e medo apareceram em 10 relatos (8,2%) e restrição do território de pesca em cinco (4,1%). Oscilação de nível e dano material coocorreram em 17 relatos (13,9%). Treze relatos (10,7%) mencionaram obstáculos ou material aderente às redes, com termos vernaculares como “lodo” ou “gosma verde”; a natureza desse material não foi identificada por análise física, química ou biológica e não é inferida aqui. Onze relatos (9,0%) reivindicaram estruturas de transposição de peixes.

As menções a risco, medo e evitação de áreas mostram que um pescador pode permanecer fisicamente presente e, ainda assim, tornar-se funcionalmente menos acessível quando o usuário considera insuficientes o tempo ou a segurança para instalar e retirar petrechos. A demanda por aviso prévio das mudanças esperadas do nível traduziu esse problema em uma medida de gestão verificável.



Discussão

A principal contribuição deste estudo não é o diagnóstico de um rio, mas um procedimento: mostrar como um levantamento retrospectivo, mesmo com formulação imperfeita, pode ser depurado até produzir um conjunto definido de variáveis a medir. O problema que o caso instancia, decidir o que fazer quando a única evidência disponível é o relato de quem pesca, é comum a pescarias continentais em todo o mundo, de bacias africanas (Castello et al., 2023) a sistemas costeiros sul-americanos (Damasio et al., 2015; Lima et al., 2016). Trabalhos anteriores sistematizaram o conhecimento de pescadores para manejo ecossistêmico (Leite & Gasalla, 2013), reconstruíram mudanças históricas de captura na ausência de linhas de base (Martins et al., 2018) e o compararam a registros sazonais de CPUE (Silas et al., 2023). Nosso estudo acrescenta uma dimensão pouco integrada ao monitoramento: como relatos de variação de nível se conectam, na experiência dos usuários, a captura, exposição de petrechos, segurança e acesso.

No médio rio Tocantins, o conhecimento de pescadores já documentou mudanças de abundância, composição e estratégias associadas ao represamento (Hallwass et al., 2013; Santos & Pelicice, 2023, 2025). Esses trabalhos organizam a evidência em torno do barramento como transformação de longo prazo e concentram-se sobre o recurso pesqueiro. O presente estudo se distingue deles em dois aspectos deliberados. O referente êmico dos respondentes não é o enchimento do reservatório, mas a operação cotidiana atribuída às comportas, o que desloca a atenção de um evento único e datável para uma condição recorrente e não datada. E os desfechos não se restringem ao recurso: exposição e perda de petrechos, risco de acidente e acesso funcional aos pesqueiros são examinados no mesmo desenho e apresentam coocorrência expressiva, indicando que a avaliação de pescarias continentais reguladas deve incorporar a dimensão operacional da atividade, e não apenas a disponibilidade declarada de pescado.

As respostas retrospectivas reforçam tanto o potencial quanto os limites do conhecimento dos pescadores. A comparação pareada mostrou predomínio marcante de transições para categorias inferiores, resultado robusto a testes baseados em postos e somente na direção da mudança. Seu valor está na consistência direcional entre indivíduos e na capacidade de indicar um sinal que merece confronto com dados prospectivos. Damasio et al. (2015) mostraram que pescadores superestimam capturas médias, e Castello et al. (2023) concluíram que recordações servem como aproximações úteis onde nenhum dado existe. Nosso desenho é mais conservador que ambos, porque não converte as respostas em estimativas de captura: retém apenas a direção da mudança entre categorias ordinais, que é a informação menos sensível a erro de recordação de magnitude. Cabe registrar, contudo, que a própria direção não é neutra: Strieder Philippsen et al. (2017) observaram que pescadores percebem reduções com mais facilidade do que aumentos, viés que atua no mesmo sentido do padrão aqui encontrado e que só pode ser dirimido por monitoramento prospectivo.



O gradiente das categorias históricas segundo experiência tem implicação sobretudo metodológica. A expressão “antes dos problemas com as comportas” não forneceu data comum, de modo que o referente histórico é parcialmente endógeno à duração da trajetória de cada pescador. Uma interpretação em termos de linha de base móvel (Pauly, 1995) é possível, mas não testável com este desenho. Pescadores com mais de vinte anos de atividade conheceram a pesca antes do enchimento iniciado em 2010, e parte dos grupos seguintes acompanhou a reorganização pós-represamento (Agostinho et al., 2008; Santos & Pelicice, 2025). Isso torna a memória dos pescadores ecologicamente relevante, mas não autoriza converter o gradiente de experiência em série temporal de abundância. Tempo de experiência deve ser tratado como janela de observação, e entrevistas retrospectivas futuras precisam ancorar períodos em eventos ou anos definidos e registrar esforço e mudanças tecnológicas.

A forte coocorrência entre perda de material e risco de acidente amplia a avaliação da pescaria para além da quantidade capturada. A magnitude exata é incerta, já que o grupo sem perda é pequeno e as duas perguntas, consecutivas e atributivas, podem ter induzido consistência de enquadramento. Ainda assim, a coocorrência identifica um domínio operacional plausível para monitoramento independente: petrechos, incidentes, esforço efetivo e segurança. Os relatos de evitação de áreas acrescentam uma dimensão espacial ao esforço, pois um pesqueiro pode continuar disponível e ainda assim contribuir menos quando o pescador reduz permanência ou considera insuficiente o tempo para retirar equipamentos com segurança. Como os pesqueiros não foram georreferenciados, o estudo não estima gradiente espacial de exposição.

A primeira prioridade para o manejo é estabelecer monitoramento prospectivo da pescaria. Registros de desembarque devem ser acompanhados de dias de pesca, duração da viagem, tipo e quantidade de petrechos, tempo de imersão, localização dos pesqueiros e composição das capturas. Somente depois de caracterizar essa variação pesqueira é possível testar de forma informativa sua sincronização com séries subdiárias de nível e defluência. A segunda é registrar exposição e perda de petrechos como componentes mensuráveis do esforço e da vulnerabilidade. A terceira é medir acesso funcional e segurança junto com o esforço: dias sem pescar, viagens canceladas, áreas evitadas e incidentes georreferenciados descrevem a operação efetiva da pescaria; protocolos de comunicação entre gestão hídrica e usuários podem então ser testados como intervenção. A quarta é institucionalizar o CEL como componente permanente dos sistemas de informação pesqueira. A experiência sul-americana com monitoramento participativo mostra que a continuidade desses programas depende menos do desenho técnico do que do arranjo institucional e dos fatores que sustentam a participação dos pescadores ao longo do tempo (Dias et al., 2020), condição que se aplica a um trecho de rio onde as colônias já estão organizadas. A reivindicação de estruturas de transposição requer avaliação específica do sistema,



pois esses dispositivos podem ter desempenho limitado ou produzir efeitos indesejados em grandes rios neotropicais (Pelicice & Agostinho, 2008).

A Figura 3 sintetiza essa trajetória: o ponto de partida é o sinal relatado pelo pescador; em seguida define-se a variável pesqueira ou ambiental independente necessária para testá-lo; por fim, os resultados podem informar uma resposta de manejo. A proposta não é um arcabouço validado, mas um caminho transferível. Sua generalidade não depende do rio Tocantins: depende de três condições que se repetem em pescarias continentais reguladas: ausência de séries padronizadas de esforço, presença de uma população de usuários com observação prolongada do sistema e existência de uma pressão externa cuja operação é registrada por terceiros.



**O conhecimento ecológico local gera hipóteses pesqueiras testáveis;
não substitui dados de captura padronizados por esforço nem medições hidrológicas independentes.**

Figura 3. Trajetória proposta para converter sinais do conhecimento ecológico de pescadores em hipóteses pesqueiras testáveis, medidas independentes e possíveis usos no manejo. CPUE: captura por unidade de esforço.

Limitações

A amostra é voluntária e foi mobilizada por organizações de pescadores; pescadores mais mobilizados ou afetados podem estar sobre-representados. Os itens centrais utilizavam formulação causal atribuída às comportas, o que constitui a principal limitação de enquadramento; sua redação integral é reproduzida no Material e Métodos. O desenho é retrospectivo e de corte único: as categorias histórica e recente foram declaradas no mesmo momento, sem diário de pesca, série de desembarque, linha de base prospectiva, grupo controle ou data-âncora comum, e sem as variáveis necessárias à padronização do esforço. A associação entre perda de material e risco de acidente pode ser ampliada por viés de método e de enquadramento comuns, porque ambas as respostas foram coletadas no mesmo



instrumento, em questões consecutivas. Não foram analisadas séries independentes de desembarque, esforço, CPUE, composição de captura ou ictiofauna, nem séries subdiárias de nível, vazão, geração ou vertimento. O colapso da ponte, em dezembro de 2024, constitui evento contextual concorrente cuja influência sobre memória, percepção ambiental, acesso ou segurança não pode ser excluída. A codificação dos relatos abertos foi exploratória e realizada por um único codificador. O conjunto analisado não inclui sexo, idade, escolaridade ou fontes alternativas de renda, impedindo avaliar heterogeneidade de exposição e risco entre grupos sociodemográficos.

Conclusões

A análise de 418 pescadores profissionais artesanais mostrou padrão consistente de redução retrospectivamente declarada nas categorias de captura e de vulnerabilidade operacional em uma pescaria continental regulada por hidrelétrica. Entre os 407 que continuaram pescando na área, 86,0% declararam categoria recente inferior e apenas 1,0% categoria superior. Como as perguntas ancoravam os períodos em problemas atribuídos às comportas, essa evidência descreve um contraste retrospectivo compartilhado pelos participantes, não um efeito causal da operação hidrelétrica.

A experiência acumulada esteve associada à categoria histórica de referência, mas esse gradiente é inseparável da ausência de data comum para o “antes”, o que sustenta a recomendação de ancorar explicitamente a janela temporal em pesquisas retrospectivas. A forte coocorrência entre perda de material e risco de acidente indica que petrechos, segurança e acesso pertencem ao domínio funcional da pescaria e merecem medição prospectiva.

A contribuição do estudo é menos o retrato de um trecho de rio do que o procedimento que o produziu: ancorar temporalmente os relatos, manter separados percepção declarada, padrão estatístico e hipótese de mecanismo, e converter as duas primeiras camadas em uma lista fechada de variáveis a medir. Essa sequência é reproduzível onde quer que a única evidência inicial seja o relato de quem pesca, o que descreve boa parte das pescarias continentais brasileiras.

Agradecimentos

Às organizações, comunidades e lideranças de pescadores que apoiaram a divulgação do levantamento, forneceram anuência para a publicação científica secundária dos resultados anonimizados e contribuíram para a discussão local sobre a governança do rio; e aos pescadores que registraram suas experiências no médio rio Tocantins.

Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A. A., PELICICE, F. M., & GOMES, L. C. (2008). Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4), 1119–1132. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500019>
- ALMEIDA, R. M., HAMILTON, S. K., ROSI, E. J., BARROS, N., DORIA, C. R. C., FLECKER, A. S., FLEISCHMANN, A. S., REISINGER, A. J., & ROLAND, F. (2020). Hydropeaking



operations of two run-of-river mega-dams alter downstream hydrology of the largest Amazon tributary. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 120. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.00120>

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico [ANA]. (2024). Análise de qualidade da água do rio Tocantins indica que não houve vazamento de ácido sulfúrico e defensivos agrícolas após desabamento de ponte. ANA.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico [ANA]. (2025). Análises de qualidade da água do rio Tocantins seguem sem indicar alterações após desabamento da Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira (TO/MA). ANA.

Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL]. (2011). Processo nº 48500.000781/2010-16: homologação dos percentuais das áreas dos municípios inundadas pelo reservatório da UHE Estreito. ANEEL.

ARANTES, C. C., LAUFER, J., MAYER, A., MORAN, E. F., SANT'ANNA, I. R. A., DUTKA-GIANELLI, J., LOPEZ, M. C., & DORIA, C. R. C. (2023). Large-scale hydropower impacts and adaptation strategies on rural communities in the Amazonian floodplain of the Madeira River. *Journal of Environmental Management*, 336, 117240. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117240>

BAIRD, I. G., SILVANO, R. A. M., PARLEE, B., POESCH, M., MACLEAN, B., NAPOLEON, A., LEPIE, M., & HALLWASS, G. (2021). The downstream impacts of hydropower dams and Indigenous and Local Knowledge: examples from the Peace-Athabasca, Mekong, and Amazon. *Environmental Management*, 67, 682–696. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01418-x>

BARROS, A. J. D., & HIRAKATA, V. N. (2003). Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. *BMC Medical Research Methodology*, 3, 21. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-3-21>

BIPA, N. J., STRADIOTTI, G., RIGHETTI, M., & PISATURO, G. R. (2024). Impacts of hydropowering: a systematic review. *Science of the Total Environment*, 912, 169251. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.169251>

BRITO, E. P., & ALMEIDA, M. G. (2017). No itinerário dos expulsos pela UHE Estreito: território dos sujeitos ribeirinhos no rio Tocantins. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, 34(3), 47–63.

CASTELLO, L., CARVALHO, F., ONANA ATEBA, N. O., KANKONDA BUSANGA, A., ICKOWITZ, A., & FRIMPONG, E. (2023). An approach to assess data-less small-scale fisheries: examples from Congo rivers. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33, 593–610. <https://doi.org/10.1007/s11160-023-09770-x>

CHAMON, C. C., SERRA, J. P., CAMELIER, P., ZANATA, A. M., FICHBERG, I., & MARINHO, M. M. F. (2022). Building knowledge to save species: 20 years of ichthyological studies in the Tocantins-Araguaia River basin. *Biota Neotropica*, 22(2), e20211296. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2021-1296>

Consórcio Estreito Energia [CESTE]. (s.d.). Linha do tempo. CESTE. Recuperado em 21 de agosto de 2026, de <https://uhe-estreito.com.br/o-emprego/linha-do-tempo.html>

Damasio, L. M. A., Lopes, P. F. M., Guariento, R. D., & Carvalho, A. R. (2015). Matching fishers' knowledge and landing data to overcome data missing in small-scale fisheries. *PLoS ONE*, 10(7), e0133122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133122>



- DAVIS, A., & RUDDLE, K. (2010). Constructing confidence: rational skepticism and systematic enquiry in local ecological knowledge research. *Ecological Applications*, 20(3), 880–894. <https://doi.org/10.1890/09-0422.1>
- DIAS, A. C. E., CINTI, A., PARMA, A. M., & SEIXAS, C. S. (2020). Participatory monitoring of small-scale coastal fisheries in South America: use of fishers' knowledge and factors affecting participation. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 30, 313–333. <https://doi.org/10.1007/s11160-020-09602-2>
- DORIA, C. R. C., ATHAYDE, S., MARQUES, E. E., LIMA, M. A. L., DUTKA-GIANELLI, J., RUFFINO, M. L., KAPLAN, D., FREITAS, C. E. C., & ISAAC, V. N. (2018). The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *Ambio*, 47, 453–465. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0994-7>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2026). The state of world fisheries and aquaculture 2026: blue transformation, turning vision into impact. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd8357en>
- FUNGE-SMITH, S., & BENNETT, A. (2019). A fresh look at inland fisheries and their role in food security and livelihoods. *Fish and Fisheries*, 20, 1176–1195. <https://doi.org/10.1111/faf.12403>
- HALLWASS, G., LOPES, P. F., JURAS, A. A., & SILVANO, R. A. M. (2013). Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers. *Ecological Applications*, 23(2), 392–407. <https://doi.org/10.1890/12-0429.1>
- KEPPELER, F. W., HALLWASS, G., SANTOS, F., SILVA, L. H. T., & SILVANO, R. A. M. (2020). What makes a good catch? Effects of variables from individual to regional scales on tropical small-scale fisheries. *Fisheries Research*, 229, 105571. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105571>
- LEITE, M. C. F., & GASALLA, M. A. (2013). A method for assessing fishers' ecological knowledge as a practical tool for ecosystem-based fisheries management: seeking consensus in Southeastern Brazil. *Fisheries Research*, 145, 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2013.02.013>
- LIMA, E. G., BEGOSSI, A., HALLWASS, G., & SILVANO, R. A. M. (2016). Fishers' knowledge indicates short-term temporal changes in the amount and composition of catches in the southwestern Atlantic. *Marine Policy*, 71, 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.05.008>
- MARTINS, I. M., MEDEIROS, R. P., DI DOMENICO, M., & HANAZAKI, N. (2018). What fishers' local ecological knowledge can reveal about the changes in exploited fish catches. *Fisheries Research*, 198, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2017.10.008>
- PAULY, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(10), 430. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)89171-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)89171-5)
- PELICICE, F. M., & AGOSTINHO, A. A. (2008). Fish-passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. *Conservation Biology*, 22(1), 180–188. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00849.x>
- PELICICE, F. M., AGOSTINHO, A. A., AKAMA, A., ANDRADE FILHO, J. D., AZEVEDO-SANTOS, V. M., BARBOSA, M. V. M., BINI, L. M., BRITO, M. F. G., CANDEIRO, C. R. A., CARAMASCHI, É. P., CARVALHO, P., CARVALHO, R. A., CASTELLO, L., CHAGAS, D. B., CHAMON, C. C., COLLI, G. R., DAGA, V. S., DIAS, M. S., DINIZ FILHO, J. A. F., ... ZUANON, J. (2021). Large-scale degradation of the Tocantins-Araguaia River Basin. *Environmental Management*, 68(4), 445–452. <https://doi.org/10.1007/s00267-021-01513-7>



- PEREIRA, M. D. R. (2013). Os impactos socioeconômicos e o processo indenizatório das comunidades ribeirinhas atingidas pela UHE de Estreito [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Tocantins].
- SANTOS, M. A. A., & PELICICE, F. M. (2023). The effects of river impoundment on artisanal fishers in the Middle Tocantins River, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 35, e15. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X1123>
- SANTOS, M. A. A., & PELICICE, F. M. (2025). Sentinels of environmental change: shifts in fish diversity through the lens of artisanal fishers. *Neotropical Ichthyology*, 23(1), e240049. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2024-0049>
- SILAS, M. O., SEMBA, M. L., MGELEKA, S. S., VAN WELL, L., LINDERHOLM, H. W., & GULLSTRÖM, M. (2023). Using fishers' local ecological knowledge for management of small-scale fisheries in data-poor regions: comparing seasonal interview and field observation records in East Africa. *Fisheries Research*, 264, 106721. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106721>
- SOUSA, C. L., BORGES, T. P., & PACIFICO FILHO, M. (2024). Impactos provocados pela UHE Estreito/MA em Babaçulândia/TO: um estado da arte. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, 12(1), 133–158. <https://doi.org/10.7867/2317-5443.2024V12N1P133-158>
- STRIEDER PHILIPPSSEN, J., MINTE-VERA, C. V., OKADA, E. K., CARVALHO, A. R., & ANGELINI, R. (2017). Fishers' and scientific histories: an example of consensus from an inland fishery. *Marine and Freshwater Research*, 68(5), 980–992. <https://doi.org/10.1071/MF16053>

