



ALÉM DOS PESQUEIROS: CONECTIVIDADE DE TRANSPORTE, ACESSO FUNCIONAL E DISRUPÇÃO DOS MEIOS DE VIDA EM UMA PESCARIA ARTESANAL CONTINENTAL (RIO TOCANTINS, BRASIL)

BEYOND FISHING GROUNDS: TRANSPORT CONNECTIVITY, FUNCTIONAL ACCESS AND LIVELIHOOD DISRUPTION IN AN INLAND ARTISANAL FISHERY (TOCANTINS RIVER, BRAZIL)

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), 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: MENDES FILHO, O. R.; NUNES, D. M.; CINTRA, I. H. A. (2026). Além dos pesqueiros: conectividade de transporte, acesso funcional e disrupção dos meios de vida em uma pescaria artesanal continental (Rio Tocantins, Brasil). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 17(1), 535-549.
<https://doi.org/10.18817/repesca.v17i1.4682>

Recebido: 03 September 2026

Revisado: 04 September 2026

Aceito: 15 September 2026

Publicado: 15 September 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

A pesca artesanal depende não apenas do acesso aos pesqueiros, mas também de conexões que permitem conservar e comercializar a captura. O objetivo do estudo foi avaliar como o colapso da Ponte JK reverberou no acesso funcional de 420 pescadores profissionais artesanais de quatro municípios e dois estados. A dependência prévia foi classificada em inexistente para fins pesqueiros, ocasional ou frequente. Cinco domínios autorreferidos dos meios de vida como renda, continuidade do trabalho, conservação do pescado, custo de operação e vínculo com compradores foram analisados por regressão utilizando distribuição de Poisson. Como resultado, a redução de renda, interrupção da pesca, perda de compradores, deterioração do pescado e aumento dos custos de transporte foram relatados por 98,6%, 97,6%, 97,1%, 91,0% e 86,2%, respectivamente. A ocorrência simultânea dos cinco domínios aumentou de 48,8% para 73,9% e 92,5% entre as três categorias e as razões de prevalência ajustadas foram 1,52 e 1,87 para dependência ocasional e frequente. Entre vendedores interestaduais, a deterioração atingiu 98,9%. Os resultados indicam que infraestrutura externa à água pode integrar o acesso funcional à pescaria ao conectar captura, conservação e mercado, e sustentam a inclusão de conservação pós-captura, rotas de escoamento e travessias nos planos de contingência para regiões pesqueiras.

Palavras-chaves: Infraestrutura rodoviária; Pós-captura; Cadeia produtiva do pescado; Comercialização; Colapso de ponte; Segurança de renda.

Abstract

Artisanal fishing depends not only on access to fishing grounds but also on connections that allow catches to be preserved and marketed. The objective was to assess how the collapse of the JK Bridge on the Tocantins River was associated with functional access among 420 professional artisanal fishers from four municipalities. Previous dependence was classified as none for fishing purposes, occasional or frequent. Five self-reported livelihood domains — income, work continuity, fish preservation, operating cost and buyer relationships — were analysed using robust Poisson regression. Income reduction, fishing interruption, loss of buyers, fish spoilage and higher transport costs were reported by 98.6%, 97.6%, 97.1%, 91.0% and 86.2%, respectively. Co-occurrence of all five domains increased from 48.8% to 73.9% and 92.5% across the three dependence categories; adjusted prevalence ratios were 1.52 and 1.87 for occasional and frequent dependence relative to the reference group. Among cross-state sellers, fish spoilage reached 98.9%. The findings indicate that off-water infrastructure can be part of functional fishery access by connecting harvesting, preservation and markets, and support including post-harvest preservation, transport routes and river crossings in contingency planning for fishing regions.

Keywords: Road infrastructure; Post-harvest; Fish value chain; Marketing; Bridge collapse; Income security.



Introdução

As pescarias artesanais continentais sustentam não apenas a alimentação, renda e ocupação, mas seguem entre os sistemas pesqueiros com maiores lacunas de dados e infraestrutura para avaliação e manejo (Lynch et al., 2016; Funge-Smith & Bennett, 2019; FAO, Duke University, & WorldFish, 2023). Em geral, o acesso a uma pescaria é associado aos direitos de uso, à disponibilidade do recurso e à possibilidade de alcançar os pesqueiros. Para pescadores de pequena escala, porém, a captura somente se converte em renda e continuidade do trabalho quando se conectam área de pesca, desembarque, conservação, transporte e compradores.

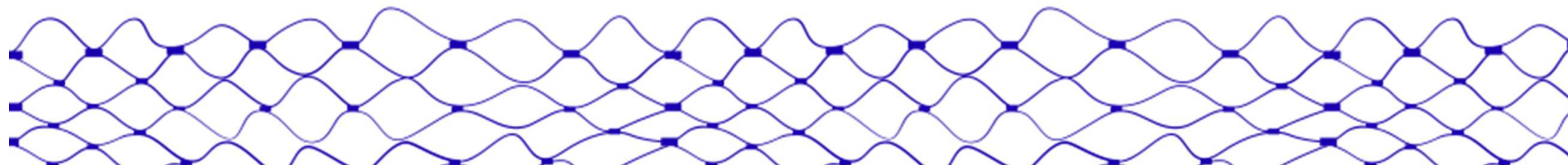
A teoria do acesso distingue o direito formal da capacidade efetiva de obter benefícios de um recurso (Ribot & Peluso, 2003) que quando aplicada à pesca, essa perspectiva permite tratar como acesso funcional a capacidade de completar uma cadeia de ações, ou seja, alcançar o recurso, capturá-lo, preservar o pescado e conectá-lo ao mercado em condições operacionalmente viáveis. Esses ativos, mobilidade e condições ambientais já foram relacionados ao acesso dos pescadores a espaços produtivos (Thoya & Daw, 2019), enquanto infraestrutura pós-captura, fragilidade de mercados e baixo poder de negociação permanecem desafios recorrentes em pescarias latino-americanas de pequena escala (Salas et al., 2007). Assim, uma pescaria pode manter seus locais de pesca fisicamente presentes e, ainda assim, ter seus benefícios restringidos por uma falha externa ao ambiente aquático.

Em 22 de dezembro de 2024, o vão central da Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira, na BR-226/BR-010, colapsou sobre o rio Tocantins e interrompeu a conexão rodoviária direta entre Aguiarnópolis/TO e Estreito/MA. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes registrou interdição imediata, orientou rotas alternativas, iniciou travessia direta por balsa em 1º de março de 2025 e entregou a nova ponte em 22 de dezembro de 2025 (DNIT, 2024a, 2024b, 2025a, 2025b). Para a pesca artesanal regional, essa conexão era utilizada para vender pescado, adquirir gelo, combustível e materiais, acessar pesqueiros e transportar embarcações.

O evento permitiu assim investigar uma questão transferível para outras pescarias de quanto a dependência de uma infraestrutura externa à água condiciona o funcionamento da cadeia produtiva do pescado? Portanto foram formuladas duas hipóteses principais, sendo a primeira de que uma maior dependência pesqueira da ponte antes do colapso estaria associada a maior concorrência de disrupções posteriores, enquanto a segunda de que pescadores integrados a mercados interestaduais apresentariam maior vulnerabilidade pós-captura. O estudo não monetiza prejuízos e trata as associações como padrões observacionais, não como efeitos causais contrafactuais. O objetivo deste estudo foi avaliar a associação entre a dependência pesqueira prévia da Ponte JK e a disrupção dos meios de vida, como renda, continuidade do trabalho, conservação e comercialização do pescado entre pescadores profissionais artesanais do médio rio Tocantins.

Material e Métodos

Delineamento do estudo



Trata-se de estudo original, observacional e transversal, baseado em análise secundária de matriz desidentificada, cuja redação seguiu as recomendações da iniciativa STROBE para estudos observacionais. A unidade de análise é o pescador profissional artesanal e a exposição é a dependência pesqueira prévia da Ponte JK, em três categorias com os desfechos sob cinco disrupções autorreferidas da cadeia produtiva do pescado. Não houve delineamento experimental, alocação de tratamentos nem repetições e as unidades amostrais são indivíduos com os ajustes feitos por município de residência e tempo de atividade na pesca.

Área de estudo e evento

A análise abrange os municípios de Tocantinópolis e Aguiarnópolis, no Tocantins, e Estreito e Porto Franco, no Maranhão, no corredor do médio rio Tocantins (Figura 1). A UHE Estreito e seu reservatório integram o contexto espacial, mas não constituem exposição deste estudo e a ponte localizava-se imediatamente a jusante da barragem e conectava as margens utilizadas pela circulação regional.

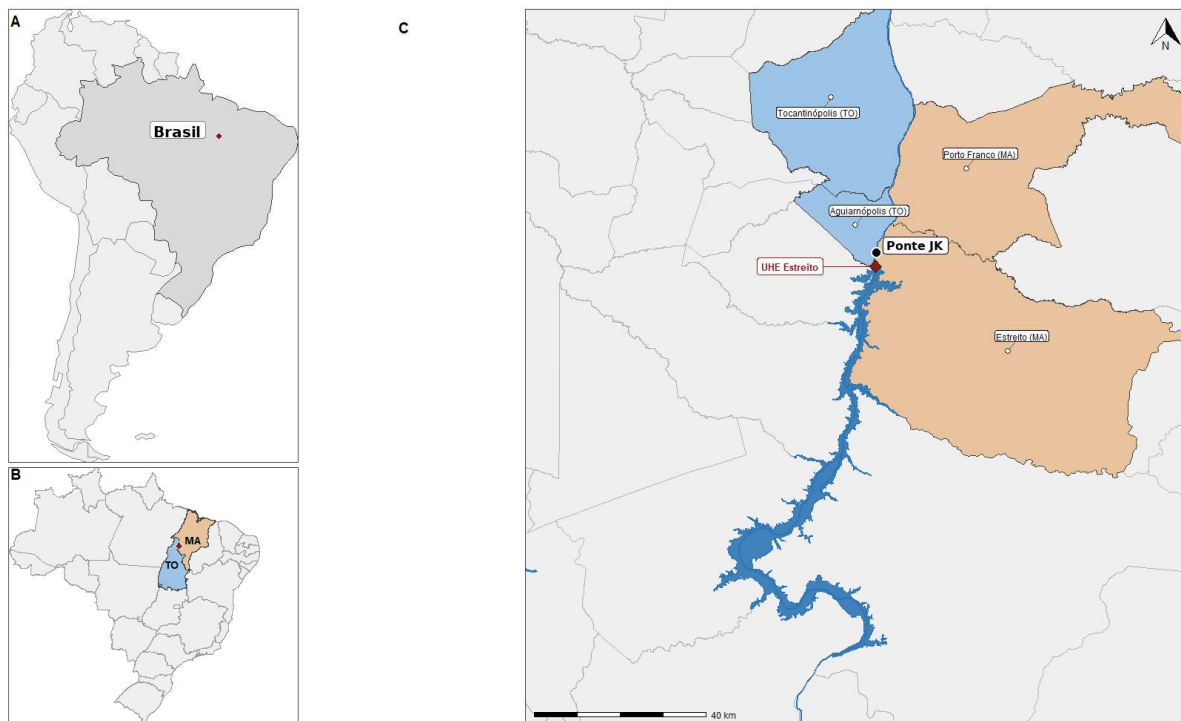


Figura 1. Localização da área de estudo. (A) América do Sul com o Brasil destacado; (B) Brasil com Tocantins e Maranhão destacados; (C) corredor do médio rio Tocantins, reservatório da UHE Estreito, quatro municípios e localização da Ponte JK. Limites administrativos são apresentados apenas para localização.

O colapso ocorreu durante o defeso da piracema de 2024/2025, vigente de 1º de novembro a 28 de fevereiro, quando a pesca comercial, o transporte intermunicipal e a comercialização do pescado estavam legalmente restringidas (Brasil, 2011; Naturatins, 2024). A balsa contratada iniciou operação em 1º de março de 2025, no dia seguinte ao encerramento do defeso, e a nova ponte foi entregue em 22 de dezembro de 2025. Assim, entre 1º de março e 22 de dezembro de 2025

transcorreram cerca de dez meses de pesca comercial permitida sem a travessia rodoviária fixa original, período em que a conectividade dependia da balsa ou de rotas alternativas. Por isso, os níveis absolutos de interrupção da pesca e redução de renda não podem ser atribuídos exclusivamente ao colapso, mas o defeso não explica, por si, o gradiente entre categorias de dependência da ponte. Normas estaduais previam exceção restrita para pesca de subsistência durante o defeso, porém o instrumento não permitiu determinar se essa via foi efetivamente utilizada pelos participantes (Figura 2).

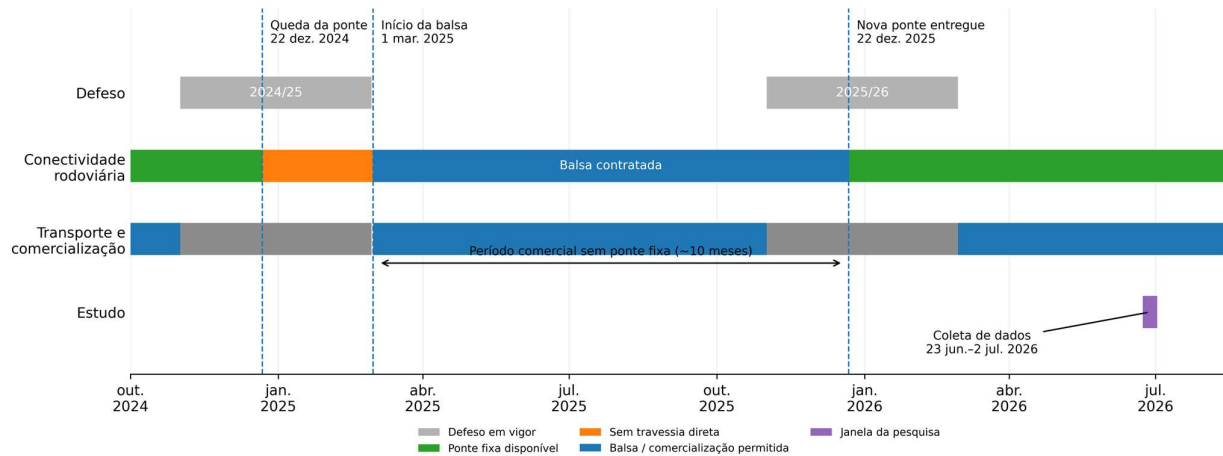


Figura 2. Cronologia do defeso, colapso da Ponte JK, alternativas de conectividade, período de comercialização e janela do levantamento técnico de origem.

Origem dos dados e itens analisados

Os dados foram cedidos 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. A cessão ocorreu com anuência formal das comunidades e organizações de pescadores envolvidas, para uso científico secundário e publicação de resultados anonimizados. O levantamento de origem não foi concebido como pesquisa científica, e seu escopo, finalidade e demais conteúdos não são objeto deste artigo.

A cessão foi restrita e desidentificada e compreendeu apenas os itens pertinentes às hipóteses deste artigo: município de residência, posse de Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), tempo de atividade na pesca, uso da ponte para fins pesqueiros, frequência e finalidades da travessia, principal destino de venda antes do colapso, redução de renda, aumento dos custos de transporte, deterioração do pescado, interrupção e duração da interrupção da pesca, perda de compradores, gravidade percebida e campo aberto opcional. Variáveis destinadas à mensuração monetária da magnitude das perdas não integraram a cessão e não são analisadas. A coleta de origem ocorreu entre 23 de junho e 2 de julho de 2026 e o formulário eletrônico foi repassado pelas colônias e representações locais com participação estritamente voluntária. O município de residência foi utilizado como contexto e covariável, não representando o local efetivo de pesca nem medida de exposição

hidrológica. A equipe científica não recebeu identificadores pessoais diretos e não realizou novo contato com os pescadores.

Amostra analítica

A matriz cedida continha 480 registros individuais únicos e desidentificados, previamente conferidos pela cedente quanto à elegibilidade e à duplicidade no banco de origem. A análise principal incluiu os 420 pescadores residentes nos quatro municípios definidos para o recorte e os 60 residentes em outras localidades foram mantidos apenas na análise de sensibilidade que utilizou todos os registros cedidos. Não houve dados ausentes nas variáveis empregadas nos modelos da amostra principal.

Variáveis e análise

A dependência pesqueira da ponte foi classificada em três categorias: sem dependência direta (não utilizava a ponte para a atividade pesqueira), ocasional (uso mensal ou raro) e frequente (uso diário ou algumas vezes por semana). Cinco domínios binários representaram disrupções autorreferidas: redução de renda, aumento dos custos de transporte, deterioração frequente ou eventual do pescado atribuída à dificuldade de escoamento, interrupção da pesca atribuída pelo respondente à queda da ponte e perda de compradores fixos. O instrumento de pesquisa não distinguiu captura para venda de captura para autoconsumo. A soma dos domínios variou de zero a cinco e foi utilizada exclusivamente como medida transparente de coocorrência das disrupções, não constituindo escala psicométrica ou índice previamente validado e o desfecho principal foi a ocorrência simultânea dos cinco.

As variáveis foram descritas por frequências e percentuais sendo a contagem de domínios comparada pelo teste de Kruskal-Wallis. Como o desfecho principal era frequente, razões de prevalência ajustadas (aPR) foram estimadas por regressão de Poisson com variância robusta, ajustando por município e tempo de experiência na pesca (Barros & Hirakata, 2003). Quatro análises de sensibilidade foram executadas para o limiar de pelo menos quatro domínios, desfechos individuais, restrição aos 419 participantes com RGP e inclusão dos 480 registros cedidos. Para conectividade de mercado, o principal município de venda foi comparado ao estado de residência entre os 396 participantes com destino identificável, vendedores no mesmo estado e interestaduais também comparados por Poisson robusta com correção de Benjamini-Hochberg para quatro testes. As análises foram executadas por rotinas reproduzíveis em Python, utilizando pandas, SciPy e statsmodels, com nível de significância de 5%.

Relatos abertos

Dos 420 participantes, 170 preencheram o campo aberto e 145 apresentaram conteúdo interpretável. Os relatos foram utilizados apenas de forma ilustrativa para verificar mecanismos compatíveis com os padrões quantitativos. Não foram calculadas frequências temáticas nem inferências de prevalência a partir desse material.



Resultados

Perfil e dependência prévia

A composição da amostra e a intensidade de uso prévio da ponte estão descritas na Tabela 1. A travessia integrava diretamente o circuito pesqueiro de 338 participantes (80,5%), entre os quais, 173 (51,2%) a utilizavam para vender pescado, 165 (48,8%) para comprar insumos, 122 (36,1%) para acessar pesqueiros do outro lado e 47 (13,9%) para transportar embarcação.

Tabela 1. Características da amostra e uso da Ponte JK antes do colapso (n = 420).

Variável/Categoria	n	%
Residência - Tocantinópolis/TO	194	46,2
Residência - Estreito/MA	144	34,3
Residência - Porto Franco/MA	55	13,1
Residência - Aguiarnópolis/TO	27	6,4
Experiência - menos de 5 anos	134	31,9
Experiência - 5 a 10 anos	114	27,1
Experiência - 10 a 20 anos	114	27,1
Experiência - mais de 20 anos	58	13,8
RGP - sim	419	99,8
Uso da ponte para atividade pesqueira - sim	338	80,5
Travessia diária ou algumas vezes por semana	242	57,6

A conectividade de mercado atravessava a divisa estadual com noventa e um participantes (21,7% da amostra total; 23,0% dos 396 com destino identificável) vendiam a maior parte do pescado em município do estado oposto ao de residência. Essa proporção alcançou 31,3% entre os usuários frequentes da ponte, contra 10,8% nos ocasionais e 9,8% entre pescadores sem dependência direta. A ponte, portanto, estruturava parte da geografia comercial da pescaria (Figura 3).



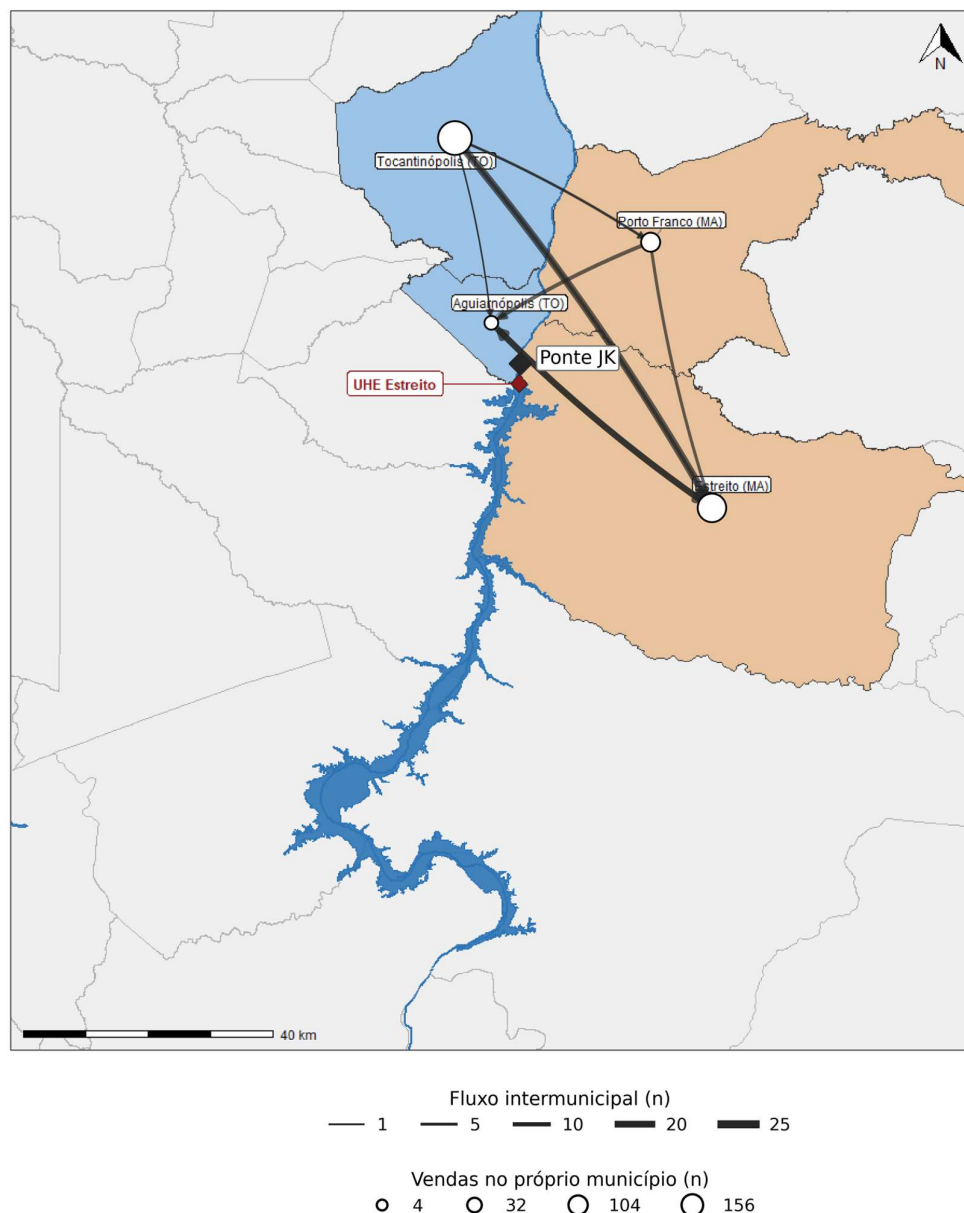


Figura 3. Fluxos principais de comercialização do pescado antes do colapso, segundo município de residência e principal município de venda. A espessura das linhas representa o fluxo intermunicipal e o tamanho dos círculos, as vendas no próprio município. O mapa inclui 396 participantes com destino municipal identificável; 24 respostas registradas apenas como “outro município” não foram georreferenciadas.

Disrupções após o colapso

A redução de renda foi relatada por 414 pescadores (98,6%), a interrupção da pesca por 410 (97,6%), a perda de compradores por 408 (97,1%), a deterioração frequente ou eventual do pescado por 382 (91,0%) e o aumento dos custos de transporte por 362 (86,2%). Além disso, 408 participantes (97,1%) classificaram o impacto como grave ou muito grave e 290 (69,0%) informaram paralisação de três meses ou mais. Os indicadores mais diretamente relacionados à logística apresentaram maior diferenciação como aumento dos custos de transporte de 56,1%,

88,3% e 96,0% e deterioração de 82,9%, 84,7% e 96,9%, respectivamente, nas categorias sem dependência direta, ocasional e frequente.

Dependência e disrupção cumulativa

Os cinco domínios ocorreram simultaneamente em 332 pescadores (79,0%) com a prevalência de 48,8% no grupo sem dependência direta, 73,9% na dependência ocasional e 92,5% na frequente, e diferenças absolutas de 25,1 e 43,7 pontos percentuais em relação à referência. A média de domínios afetados aumentou de 4,28 para 4,60 e 4,91 entre os três grupos, e o teste de Kruskal-Wallis confirmou diferença global ($H = 71,55$; $p < 0,001$) (Figura 4).

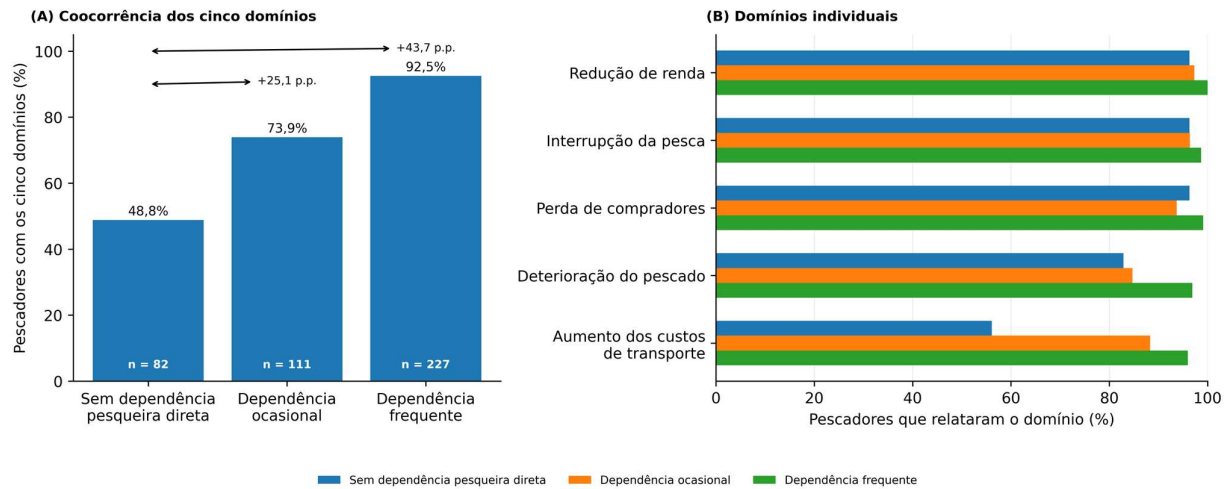


Figura 4. Disrupções segundo dependência pesqueira prévia da ponte. (A) Coocorrência dos cinco domínios e diferenças absolutas em pontos percentuais; (B) prevalência dos domínios individuais.

Tabela 2. Razões de prevalência ajustadas (aPR) para a associação entre dependência pesqueira da ponte e desfechos selecionados.

Análise	Dependência ocasional aPR (IC95%)	Dependência frequente aPR (IC95%)
Principal: cinco domínios (n = 420)	1,52 (1,19-1,94)	1,87 (1,50-2,34)
>= 4 domínios (n = 420)	1,08 (0,97-1,19)	1,15 (1,05-1,25)
Aumento de custos de transporte (n = 420)	1,57 (1,29-1,91)	1,69 (1,40-2,04)
Deterioração do pescado (n = 420)	1,03 (0,91-1,16)	1,17 (1,05-1,30)
Somente participantes com RGP (n = 419)	1,50 (1,18-1,92)	1,85 (1,48-2,31)
Todos os pescadores únicos (n = 480)	1,54 (1,25-1,89)	1,84 (1,52-2,23)

Nota: referência = sem dependência pesqueira direta. Modelos ajustados por município de residência e tempo de experiência na pesca. Os IC95% expressam incerteza condicional à amostra e ao modelo, não erro amostral de desenho probabilístico.

Conectividade de mercado e pós-captura

Entre os 396 participantes com destino de venda classificável por estado, 91 comercializavam principalmente em outro estado e 305 no próprio estado. A deterioração foi relatada por 98,9% dos vendedores interestaduais e 88,2% dos demais. Após ajuste por dependência da ponte, município e experiência, a venda interestadual permaneceu modestamente associada à deterioração (aPR = 1,07; IC95%: 1,02-1,13; $q = 0,036$), enquanto as associações com os cinco domínios, custos

de transporte e perda de compradores não permaneceram conclusivas após correção para múltiplas comparações (Tabela 3).

Tabela 3. Conectividade de mercado e desfechos selecionados entre pescadores com destino de venda identificável (n = 396).

Desfecho	Mesmo estado (n = 305) %	Outro estado (n = 91) %	aPR (IC95%)	q
Cinco domínios simultâneos	74,8	89,0	1,05 (0,95-1,16)	0,464
Aumento de custos de transporte	83,6	91,2	0,98 (0,91-1,06)	0,626
Deterioração do pescado	88,2	98,9	1,07 (1,02-1,13)	0,036
Perda de compradores	96,4	98,9	1,02 (1,00-1,05)	0,076

Nota: aPR ajustada por dependência pesqueira da ponte, município de residência e experiência na pesca; q = valor de p corrigido pelo procedimento de Benjamini-Hochberg.

Confiança de mercado

Relatos abertos mencionaram receio de consumidores em relação à origem e à segurança do pescado após a queda de veículos e cargas químicas no rio. Essas narrativas não demonstram contaminação e não permitem estimar a frequência do mecanismo. Em paralelo, o monitoramento oficial da qualidade da água realizado após o acidente não indicou alteração significativa atribuível ao evento nas amostras divulgadas em dezembro de 2024 e janeiro de 2025 (ANA, 2024, 2025). O contraste sugere que percepção de risco e condição ambiental medida podem produzir temporalidades distintas de recuperação do mercado.

Discussão

Achado central

O resultado mais consistente foi o gradiente ordenado entre dependência prévia da ponte e amplitude da disrupção. O padrão permaneceu após ajuste por município e experiência na pesca e nas análises de sensibilidade, o que reforça sua coerência interna. Entretanto, o desenho transversal, a ausência de linha de base independente e o caráter autorreferido dos desfechos não permitem estimar efeito causal. Assim, a dependência funcional é tratada como interpretação compatível com os dados, e não como mecanismo causal demonstrado.

Para a ciência pesqueira, o caso amplia a noção de acesso. Pescadores podem dispor de recurso e de locais de pesca fisicamente presentes, mas ainda depender de infraestrutura que permita obter insumos, conservar a captura, transportá-la e alcançar compradores. Thoya e Daw (2019) mostraram que ativos e condições ambientais condicionam o acesso espacial e os retornos de pescadores artesanais; neste estudo, a restrição aparece também na etapa pós-captura. A infraestrutura externa à água, portanto, não substitui o pesqueiro como objeto de análise, mas integra a capacidade prática de transformar captura em benefício.

A geografia das vendas reforça essa interpretação. A concentração de mercados interestaduais entre usuários frequentes e a perda de força da associação com o desfecho cumulativo após ajuste pela dependência da ponte indicam que mercado e infraestrutura estavam acoplados na estratégia produtiva. A deterioração



do pescado manteve sinal independente, compatível com a curta janela operacional do produto fresco e com a relevância das perdas de qualidade nas cadeias pesqueiras (Kruijssen et al., 2020). Como temperatura, gelo, espécie e tempo efetivo de viagem não foram medidos, esse resultado deve ser entendido como evidência de um mecanismo plausível, e não como mediação demonstrada.

O defeso funciona como restrição interpretativa dos níveis absolutos, não como explicação suficiente do gradiente observado. As primeiras dez semanas após o colapso coincidiram com restrições legais à pesca comercial, ao transporte e à comercialização, o que impede atribuir integralmente ao evento as altas frequências de interrupção e redução de renda. Entretanto, após o encerramento do defeso transcorreram cerca de dez meses de pesca comercial permitida sem a travessia rodoviária fixa original, e custos de transporte, deterioração e coocorrência dos domínios continuaram aumentando conforme a dependência prévia da conexão.

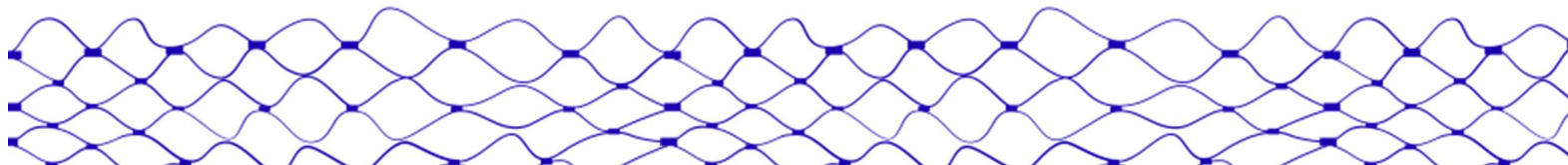
A percepção de risco ambiental apareceu apenas como mecanismo complementar. O monitoramento oficial disponível não identificou alteração significativa da qualidade da água atribuível ao acidente nas amostras divulgadas, enquanto parte dos relatos indicou receio de consumidores. Essa dissociação é relevante para cadeias curtas, nas quais reputação e origem funcionam como sinais de decisão, mas o presente estudo não permite quantificar quanto desse mecanismo contribuiu para a perda de compradores. A recuperação da passagem física e a recuperação da confiança de mercado podem, portanto, ocorrer em ritmos distintos.

Comparação com outros casos brasileiros

O padrão observado dialoga com evidências de pescarias artesanais submetidas a choques externos. No rio Doce, após o rompimento da barragem de Fundão, foram descritas perdas de renda, mercado e continuidade da atividade, com recuperação condicionada também à confiança do consumidor e ao reconhecimento institucional do pescador (Santos et al., 2025). No delta do rio Amazonas, conflitos socioambientais mostraram que a permanência da pescaria depende de arranjos de acesso e mediação institucional, e não apenas da disponibilidade do recurso (Renck et al., 2026). Andriguetto-Filho et al. (2026) destacam que estratégias de pescadores de pequena escala variam conforme ativos e restrições de cada unidade produtiva. A contribuição específica deste estudo é tornar mensurável um componente pouco registrado nesses diagnósticos como a dependência de uma travessia rodoviária e relacioná-lo a um gradiente de disrupção pós-captura e de mercado.

Implicações para a engenharia de pesca e o manejo

Os resultados sugerem que diagnósticos de pescarias artesanais incluam, além de captura e esforço, a infraestrutura necessária para que o pescado chegue ao mercado. Rotas de escoamento, dependência de travessias, tempo até o primeiro ponto de venda, capacidade de conservação e destino comercial podem revelar vulnerabilidades que não aparecem em indicadores estritamente pesqueiros. Para a engenharia de pesca e o planejamento de contingência, três aplicações são diretamente derivadas do estudo. Primeiro, a classificação da dependência de



travessia em níveis pode funcionar como triagem simples para identificar grupos que merecem avaliação prioritária quando uma conexão é interrompida, sem ser tratada como instrumento preditivo validado. Segundo a maior diferenciação observada em custos de transporte e deterioração justifica que planos emergenciais avaliem previamente capacidade de gelo, caixas isotérmicas, pontos temporários de recepção e beneficiamento e alternativas de escoamento. Terceiro, respostas a interrupções devem ser articuladas ao calendário do defeso e às regras de comercialização, evitando que medidas logísticas sejam planejadas isoladamente do regime pesqueiro. Travessia provisória, conservação, transporte emergencial, compras institucionais e comunicação baseada em monitoramento constituem opções de contingência a serem dimensionadas conforme a realidade local; o presente desenho não estima sua custo-efetividade.

Limitações

A base deriva de levantamento técnico voluntário e não probabilístico, não concebido prospectivamente como pesquisa científica e não há registro do número de pessoas que receberam ou visualizaram o formulário. Assim, não se podem excluir vies de seleção, enquadramento, memória e método comum, sobretudo porque os desfechos foram autorreferidos cerca de 18 meses após o colapso. Não há linha de base independente, município-controle ou série temporal que permita estimar efeito causal, e o grupo sem dependência direta não constitui grupo não exposto. O início da ruptura coincidiu com o defeso, embora tenham transcorrido aproximadamente dez meses de pesca comercial permitida sem a travessia rodoviária fixa original. O indicador cumulativo apresenta efeito de teto, razão pela qual foram realizadas análises de sensibilidade. A classificação de dependência foi construída para esta análise e não foi validada como ferramenta preditiva. O estudo não mediu cadeia de frio, espécie comercializada, tempos objetivos de transporte, renda alternativa ou qualidade do pescado, e não realizou análises ambientais próprias. Os resultados representam padrões autorreferidos dentro da amostra observada.

Conclusão

A perda da Ponte JK esteve associada a um gradiente consistente de disrupção na pesca artesanal do médio rio Tocantins de quanto maior a dependência produtiva anterior da conexão, maior a coocorrência de redução de renda, aumento dos custos de transporte, deterioração do pescado, interrupção da pesca e perda de compradores. A manutenção desse padrão nas análises ajustadas e de sensibilidade sustenta a interpretação de dependência funcional, sem transformar a associação observacional em inferência causal.

A contribuição aplicada é incorporar a infraestrutura externa à água ao diagnóstico pesqueiro. Para a engenharia de pesca, os achados sustentam que planos de contingência em regiões dependentes de travessias considerem três frentes desde o diagnóstico: grau de dependência logística das unidades produtivas, capacidade emergencial de conservação e escoamento do pescado e alternativas de travessia compatíveis com o calendário pesqueiro. Essas frentes não substituem



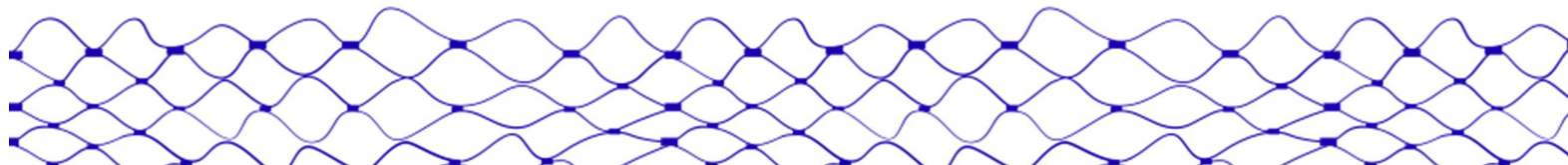
medidas de manejo do recurso e não constituem soluções de eficácia demonstrada por este estudo; funcionam como prioridades técnicas a serem dimensionadas localmente. Estudos futuros que combinem desembarque, esforço, tempos objetivos de viagem, cadeia de frio e custos de operação poderão testar sua efetividade e transformar o acesso funcional em indicador operacional de planejamento.

Agradecimentos

Às colônias, comunidades e lideranças de pescadores que forneceram anuência formal para o uso científico secundário dos dados anonimizados; aos pescadores que participaram voluntariamente do levantamento técnico de origem; e à Aquanox Consultoria e Representação Ltda. pela cessão restrita da matriz desidentificada utilizada neste estudo.

Referências Bibliográficas

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico [ANA]. (2024, 27 de dezembro). Análise de qualidade da água do rio Tocantins indica que não houve vazamento de ácido sulfúrico e defensivos agrícolas após desabamento de ponte. <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/analise-de-qualidade-da-agua-do-rio-tocantins-indica-que-nao-houve-vazamento-de-acido-sulfurico-e-defensivos-agricolas-apos-desabamento-de-ponte>
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico [ANA]. (2025, 3 de janeiro). Análises de qualidade da água do rio Tocantins seguem sem indicar alterações após desabamento da Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira (TO/MA). <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/analises-de-qualidade-da-agua-do-rio-tocantins-seguem-sem-indicar-alteracoes-apos-desabamento-da-ponte-juscelino-kubitschek-de-oliveira-to-ma>
- ALLISON, E. H., & ELLIS, F. (2001). The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. *Marine Policy*, 25, 377–388. [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(01\)00023-9](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(01)00023-9)
- ANDRIGUETTO-FILHO, J. M., MAFRA, T. V., & DI DOMENICO, M. (2026). Diverse tactics, distinct strategies: A conceptual and empirical analysis of small-scale fisheries. *Fisheries Research*, 294, 107654. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2026.107654>
- 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>
- Brasil. (2003). Lei nº 10.779, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a concessão do benefício de seguro-desemprego, durante o período de defeso, ao pescador profissional que exerce a atividade pesqueira de forma artesanal. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2011). Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011. Estabelece normas gerais à pesca para a bacia hidrográfica do rio Tocantins e período de defeso para as bacias hidrográficas dos rios Tocantins e Gurupi. *Diário Oficial da União*.
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes [DNIT]. (2024a, 22 de dezembro). DNIT alerta para interdição total na BR-226/TO, na ponte sobre o Rio Tocantins. <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/noticias-alerta-de-servicos/dnit-alerta-para-interdicao-total-na-br-226-to-na-ponte-sobre-o-rio-tocantins-neste-domingo-22>



- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes [DNIT]. (2024b, 28 de dezembro). DNIT informa novas rotas alternativas à ponte Juscelino Kubitschek. <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-informa-novas-rotas-alternativas-a-ponte-juscelino-kubitschek/>
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes [DNIT]. (2025a, 1 de março). Começa a operar a primeira balsa contratada pelo DNIT no Rio Tocantins. <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/comeca-a-operar-a-primeira-balsa-contratada-pelo-dnit-no-rio-tocantins-1>
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes [DNIT]. (2025b, 22 de dezembro). Nova ponte entre Estreito (MA) e Aguiarnópolis (TO) é entregue à população. <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/nova-ponte-entre-estreiro-ma-e-aguiarnopolis-to-e-entregue-a-populacao>
- FAO, Duke University, & WorldFish. (2023). Illuminating hidden harvests: The contributions of small-scale fisheries to sustainable development. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc4576en>
- 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>
- KRUIJSSEN, F., TEDESCO, I., WARD, A., PINCUS, L., LOVE, D., & THORNE-LYMAN, A. L. (2020). Loss and waste in fish value chains: A review of the evidence from low and middle-income countries. *Global Food Security*, 26, 100434. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100434>
- LYNCH, A. J., COOKE, S. J., DEINES, A. M., BOWER, S. D., BUNNELL, D. B., COWX, I. G., NGUYEN, V. M., NOHNER, J., PHOUTHAVONG, K., RILEY, B., ROGERS, M. W., TAYLOR, W. W., WOELMER, W., YOUN, S.-J., & BEARD, T. D. (2016). The social, economic, and environmental importance of inland fish and fisheries. *Environmental Reviews*, 24, 115–121. <https://doi.org/10.1139/er-2015-0064>
- NATURATINS. (2024). Portaria nº 215/2024/NATURATINS/GABIN, de 28 de outubro de 2024. Diário Oficial do Estado do Tocantins, 6.687, 64–65.
- NATURATINS. (2025). Portaria nº 244/2025/NATURATINS/GABIN, de 22 de outubro de 2025. Diário Oficial do Estado do Tocantins, 6.928, 62.
- RENCK, V., VIVACQUA, M., MOURA, G., SERAFINI, T. Z., HELLEBRANDT, L., & GONÇALVES, L. R. (2026). Reimagining coastal management: Addressing socio-environmental conflicts in a traditional fishing community in the delta of the Amazon River. *Marine Policy*, 183, 106904. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2025.106904>
- RIBOT, J. C., & PELUSO, N. L. (2003). A theory of access. *Rural Sociology*, 68, 153–181. <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.2003.tb00133.x>
- SALAS, S., CHUENPAGDEE, R., SEIJO, J. C., & CHARLES, A. (2007). Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research*, 87, 5–16. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.06.015>
- SANTOS, M. A. DOS, JANKOWSKY, M., GOMES, V. A. DO P., MENDONÇA, J. T., & FREITAS, R. R. de. (2025). Fundação dam disaster's consequences: A characterization study of fishery communities and their current challenges on Rio Doce. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 14(3), 42–56. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2025v14i3.7122>



THOYA, P., & DAW, T. M. (2019). Effects of assets and weather on small-scale coastal fishers' access to space, catches and profits. *Fisheries Research*, 212, 146–153.
<https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.12.018>

