REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

PANGA FRENTE À TILÁPIA E AO TAMBAQUI: EVIDÊNCIAS COMPARATIVAS E APLICABILIDADE À AQUICULTURA DE PEQUENA ESCALA NO PARÁ

STRIPED CATFISH VERSUS NILE TILAPIA AND TAMBAQUI: COMPARATIVE EVIDENCE AND APPLICABILITY TO SMALL-SCALE AQUACULTURE IN PARÁ, BRAZIL

PANGA FRENTE A LA TILAPIA Y AL TAMBAQUÍ: EVIDENCIAS COMPARATIVAS Y APLICABILIDAD A LA ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA EN PARÁ, BRASIL

Breno Lima Colonnelli
Doutorando, Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus Castanhal; Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Paragominas, Brasil
E-mail: breno.colonnelli@ufra.edu.br

Marcos Ferreira Brabo
Doutor, Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Estudos Costeiros (IECOS), Campus de Bragança, Brasil
E-mail: marcos.brabo@hotmail.com

Luis André Luz Barbas
Doutor, Instituto Federal do Pará (IFPA), Campus Castanhal, Brasil
E-mail: andre.barbas@ifpa.edu.br

Resumo

O panga (*Pangasianodon hypophthalmus*) é apresentado como espécie de crescimento rápido, rústica e tolerante à hipóxia, mas raramente é comparado às alternativas disponíveis ao produtor. Esta revisão crítica estruturada examinou se as vantagens atribuídas ao panga são incrementais, isto é, observadas em relação à tilápia-do-nilo e ao tambaqui em condições comparáveis, e se são aplicáveis à aquicultura de pequena escala no Pará. Com base em acervo preexistente e complementação bibliográfica delimitada, cada indicador foi classificado quanto à comparabilidade, avaliada separadamente da qualidade e da aplicabilidade. Pelos critérios desta revisão, três estudos foram classificados como comparações diretas entre panga e tilápia: em tanques experimentais, o panga juvenil cresceu e produziu mais, em estudo com inconsistências de relato; em tanques-rede fluviais com correnteza e oxigênio elevado, o panga teve menor conversão alimentar nas três densidades e maior produção líquida nas duas maiores, sem diferença de produção líquida na menor, e o resultado econômico mudou de direção conforme a densidade, em estudo com divergências entre resumo e tabelas; em teste sensorial, o panga foi descritivamente preferido. Os demais estudos com as duas espécies (policultivos, levantamentos e modelos) não permitem atribuir diferenças à espécie e dependem do contexto, inclusive na relação de preços. Pressões críticas de oxigênio de estudos distintos não estabelecem ordenação de tolerância, e a necessidade de aeração do panga não foi testada. Nas fontes e buscas examinadas, não se identificou comparação interpretável com o tambaqui. A evidência não estabelece vantagem incremental geral do panga no Pará. A contribuição do estudo é distinguir, por benchmark, sistema, escala, fase de cultivo, regime de oxigênio e mercado, a evidência observada no Pará, a extrapolação condicionada e a informação insuficiente.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Palavras-chave: escolha de espécies; espécies exóticas; comparabilidade; aplicabilidade; piscicultura amazônica.

Abstract

Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) is presented as a fast-growing, hardy and hypoxia-tolerant species, but it is rarely compared with the alternatives available to farmers. This structured critical review examined whether the advantages attributed to striped catfish are incremental, that is, observed relative to Nile tilapia and tambaqui under comparable conditions, and whether they apply to small-scale aquaculture in Pará, Brazil. Drawing on a pre-existing collection and a bounded bibliographic supplement, each indicator was classified for comparability, assessed separately from quality and applicability. By the criteria of this review, three studies were classified as direct comparisons between striped catfish and tilapia: in experimental tanks, juvenile striped catfish grew and yielded more, in a study with reporting inconsistencies; in riverine cages with water current and high oxygen, striped catfish had lower feed conversion at all three densities and higher net yield at the two highest, with no difference in net yield at the lowest, and the economic result changed direction with density, in a study with discrepancies between abstract and tables; in a sensory test, striped catfish was descriptively preferred. The other studies with both species (polycultures, surveys and models) do not allow differences to be attributed to the species and are context-dependent, including in the price ratio. Critical oxygen tensions from separate studies do not establish a tolerance ranking, and the aeration requirement of striped catfish has not been tested. No interpretable comparison with tambaqui was identified in the sources and searches examined. The evidence does not establish a general incremental advantage of striped catfish in Pará. The contribution of the study is to distinguish, by benchmark, system, scale, production phase, oxygen regime and market, observed evidence in Pará, conditional extrapolation and insufficient information.

Keywords: species selection; exotic species; comparability; applicability; Amazonian fish farming.

Resumen

El panga (*Pangasianodon hypophthalmus*) se presenta como especie de crecimiento rápido, rústica y tolerante a la hipoxia, pero rara vez se compara con las alternativas disponibles al productor. Esta revisión crítica estructurada examinó si las ventajas atribuidas al panga son incrementales, es decir, observadas frente a la tilapia del Nilo y el tambaquí en condiciones comparables, y si son aplicables a la acuicultura de pequeña escala en Pará. Con base en un acervo preexistente y una complementación bibliográfica delimitada, cada indicador se clasificó según su comparabilidad, evaluada por separado de la calidad y de la aplicabilidad. Según los criterios de esta revisión, tres estudios se clasificaron como comparaciones directas entre panga y tilapia: en tanques experimentales, el panga juvenil creció y produjo más, en un estudio con inconsistencias de reporte; en jaulas fluviales con corriente y oxígeno elevado, el panga tuvo menor conversión alimenticia en las tres densidades y mayor producción neta en las dos más altas, sin diferencia de producción neta en la más baja, y el resultado económico cambió de dirección según la densidad, en un estudio con divergencias entre resumen y tablas; en una prueba sensorial, el panga fue descriptivamente preferido. Los demás estudios con ambas especies (policultivos, encuestas y modelos) no permiten atribuir diferencias a la especie y dependen del contexto, incluso en la relación de precios. Las presiones críticas de oxígeno de estudios distintos no establecen ordenamiento de tolerancia, y la necesidad de aireación del panga no fue probada. En las fuentes y búsquedas examinadas no se identificó comparación interpretable con el tambaquí. La evidencia no establece ventaja incremental general del panga en Pará. La contribución del estudio es distinguir, por benchmark, sistema, escala, fase de cultivo, régimen de oxígeno y mercado, la evidencia observada en Pará, la extrapolación condicionada y la información insuficiente.

Palabras clave: elección de especies; especies exóticas; comparabilidad; aplicabilidad; piscicultura amazónica.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

1. Introdução

A escolha de espécies combina atributos biológicos, exigências tecnológicas, custos, acesso a mercado e restrições ambientais e normativas. No Brasil, a piscicultura de água doce concentra-se na tilápia-do-nilo, exótica, e em peixes nativos liderados pelo tambaqui; no Pará, a produção é dominada por espécies nativas, e a tilápia ocupa posição secundária (Silva et al., 2021). O estado abrange as regiões hidrográficas Amazônica, Tocantins-Araguaia e Atlântico Nordeste Ocidental, o que altera a condição das espécies cultivadas: o tambaqui é uma espécie amazônica (Alves et al., 2014), mas norma federal o trata como alóctone às águas naturais da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia (Brasil, 2012).

O panga, siluriforme do Sudeste Asiático, aparece nos registros examinados primeiro como filé importado comercializado em Belém em 2014 (Castro Neto et al., 2016) e, mais recentemente, como peixe cultivado: desde 2022, em viveiros escavados de várzea em Santarém, com peixes identificados pelos autores como *Pangasius* sp. (Ferreira et al., 2024), e em viveiros de ferrocimento em Castanhal (Barbosa et al., 2025). Essa sequência descreve os registros examinados, e não a primeira ocorrência da espécie no estado. Textos técnicos atribuem à espécie alta rusticidade, tolerância a baixos teores de oxigênio dissolvido pela respiração aérea facultativa e crescimento rápido (Conceição, 2024), e uma revisão sobre a Índia relata produtividade por área elevada da espécie (Singh e Lakra, 2012). A literatura ecológica registra a presença do panga em ambiente natural fora de sua área nativa, inclusive na Colômbia (Castellanos-Mejía et al., 2021; Valderrama et al., 2016).

Essas alegações descrevem **vantagens absolutas**, isto é, atributos da espécie. Para quem decide o que cultivar, a grandeza relevante é a **vantagem incremental**, definida neste trabalho como a diferença de desempenho produtivo ou de resultado econômico entre o panga e uma alternativa disponível (benchmark), observada em condições comparáveis e aplicável ao arranjo em que a decisão é tomada (sistema, região, escala e mercado). Demonstrá-la exige, portanto, duas coisas: comparação com um benchmark em condições comparáveis e evidência de que o resultado é aplicável ao contexto de decisão. Este trabalho usa dois benchmarks assimétricos: a tilápia, alternativa exótica com pacote tecnológico difundido, e o

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

tambaqui, alternativa regional cuja condição de nativo varia com a região hidrográfica. No Pará, espécies exóticas só são admitidas em infraestrutura em bases terrestres e fora de áreas de preservação permanente (Pará, 2023), o que torna o sistema uma dimensão central da aplicabilidade.

O trabalho deriva de uma tese sobre o cultivo de espécies exóticas e alóctones na aquicultura brasileira (Colonnelli, 2026), que formulou, sem testar, a hipótese de que a respiração aérea do panga reduziria a dependência de aeração. O artigo não avalia a legalidade do cultivo nem recomenda autorizá-lo ou proibi-lo. A pergunta é: **quais vantagens produtivas e econômicas atribuídas a *P. hypophthalmus* são incrementais em relação a *Oreochromis niloticus* e *Colossoma macropomum*, segundo a evidência disponível, e sob quais condições seriam aplicáveis à aquicultura de pequena escala no Pará?** O objetivo é caracterizar, indicador por indicador, a comparabilidade, a qualidade, a direção e a aplicabilidade da evidência e identificar as informações que ainda impedem sua aplicação ao contexto-alvo.

2. Metodologia

2.1 Desenho

Trata-se de uma revisão crítica estruturada, com seleção e síntese explicitadas. Não é revisão sistemática, revisão de escopo nem meta-análise e não reivindica exaustividade: não houve protocolo registrado nem triagem ou extração duplicadas.

2.2 Acervo preexistente

O artigo parte de um acervo bibliográfico reunido pelo primeiro autor ao longo de mais de um ano do doutorado (Colonnelli, 2026), com documentos obtidos em buscas feitas durante a tese e, em alguns casos, diretamente com seus autores. Esses documentos foram usados de forma desigual nos capítulos da tese e reconsultados na preparação dos artigos dela derivados. As consultas que formaram o acervo não foram documentadas de modo que permita reproduzi-las, e a data e o canal de obtenção de cada documento não foram registrados individualmente.

2.3 Seleção para a pergunta deste artigo

Foram selecionadas as fontes com potencial de alterar a resposta: comparações entre o panga e um dos benchmarks; estudos de uma espécie sobre os atributos alegados (desempenho, hipóxia e aeração, custos e mercado); dados do

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

contexto paraense; e normas que alteram a análise de aplicabilidade. Os mesmos critérios foram usados na triagem: estudos de desempenho, de economia, de mercado ou de aplicabilidade foram admitidos sem exigir medição de crescimento ou produção, e fontes de contexto foram usadas como contexto, sem conversão em comparação bilateral. A seleção foi qualitativa e sem protocolo prévio. Foram usadas (A) literatura científica, incluída a literatura cinzenta técnica e acadêmica, e (B) documentos oficiais. Afirmações cuja fonte não pôde ser examinada foram retiradas da síntese.

2.4 Complementação bibliográfica documentada

Em 19 de outubro de 2026, o material foi complementado de forma delimitada, para localizar estudos capazes de alterar a comparação produtiva ou econômica. Foram examinadas: (i) as listas de referências de Mansour et al. (2021) e de Mahmud et al. (2016), triadas pelo título, e os trabalhos que citam esses estudos indexados no Semantic Scholar (42 e 18 registros); (ii) buscas no OpenAlex, restritas a título e resumo, que combinaram nomes do panga (*Pangasianodon hypophthalmus*, *Pangasius hypophthalmus*, *striped catfish*, *pangas*, *pangasius*, *sutchi catfish*) com nomes da tilápia (*Oreochromis niloticus*, *tilapia*) ou do tambaqui (*Colossoma macropomum*, *tambaqui*, *gamitana*, *cachama*) e, para o par com a tilápia, com termos de crescimento e produção (191 registros), custos e rentabilidade (78) e aeração ou hipóxia (12), todos triados pelo título; (iii) busca equivalente no Europe PMC (38 registros para panga × tilápia; nenhum para panga × tambaqui); e (iv) a recuperação do texto integral das fontes centrais.

A busca no OpenAlex para panga × tambaqui retornou 291 registros, dos quais 283 eram conjuntos de dados de ocorrência e nenhum comparava as espécies. As buscas por palavra-chave no Semantic Scholar foram recusadas por limite de requisições. Foram acrescentados três estudos: Mahmud et al. (2016), presente na lista de referências de Mansour et al. (2021), e Acharjee et al. (2023) e Biswas e Ramchandra (2026), do OpenAlex.

Em 20 de outubro de 2026, seis candidatos foram reavaliados com os critérios da seção 2.3, no texto integral quando disponível: cinco que constavam da triagem como não examinados ou excluídos (Azad et al., 2004; Rahman et al., 2019; Uddin et al., 2018; Zaman et al., 2025; e um estudo sobre externalidades de aglomeração em

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

viveiros de pangas e tilápia, cuja identificação bibliográfica não foi recuperada) e um localizado durante a verificação de Azad et al. (2004) (Muneer e Pramod Kiran, 2024). Quatro foram incluídos; Rahman et al. (2019), então conhecido apenas pelo resumo, foi usado apenas como contexto; e o estudo sobre aglomeração permaneceu excluído por não apresentar resultado por espécie nem informação de aplicabilidade adicional. Publicações do mesmo grupo de autores sobre fazendas de pangas e tilápia em Bangladesh podem compartilhar amostras; como isso não pôde ser determinado, elas não foram tratadas como confirmações independentes.

A triagem foi feita por um único executor, em geral pelo título, e Scopus, Web of Science e CAB Abstracts não foram consultados. A regra aplicada a títulos inconclusivos e as circunstâncias que levaram à consulta do resumo ou do texto integral não foram registradas à época e não podem ser reconstruídas título a título. Também não há registro do motivo da escolha dos seis candidatos reavaliados, além de cinco deles constarem da triagem anterior como não examinados ou excluídos e de um ter sido localizado durante a verificação de outro. Essas lacunas limitam a transparência da seleção (seção 5). Consultas, datas, contagens, falhas de acesso e decisões estão registradas, como relato do processo, na aba Detalhamento das Buscas do Material Suplementar; as exportações brutas e os comprovantes das buscas não foram guardados, de modo que as contagens não podem ser reproduzidas a partir de registros arquivados.

2.5 Extração e classificação

Cada combinação de fonte, espécie e indicador gerou uma linha da matriz de evidências (Material Suplementar). Várias linhas do mesmo estudo não são estudos independentes nem confirmações independentes, e as contagens distinguem documentos, estudos e linhas. Registrou-se a natureza do dado: medido, estimado por informantes, declarado, modelado, calculado pelos autores ou interpretação dos autores. A comparabilidade de cada indicador foi classificada por critérios operacionais:

> **C1 — comparação direta:** as duas espécies no mesmo estudo, com o indicador medido com a mesma definição e unidade, em delineamento no qual a espécie é o contraste planejado e as diferenças entre os tratamentos são

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

declaradas. Nos estudos de produção, cada espécie deve estar em unidades de criação próprias, com o mesmo sistema, período, densidade e manejo; nas avaliações do produto, como testes sensoriais pareados e análises de composição do filé, as amostras das duas espécies devem ser avaliadas pelos mesmos provadores ou pelos mesmos métodos, com o mesmo preparo e nas mesmas condições. Quando as espécies entram com tamanho de estocagem, insumos ou preços próprios, declarados e não separáveis da espécie, o contraste é interpretável como comparação direta entre pacotes produtivos (cada espécie com o tamanho, os insumos e os preços com que foi criada), e não como efeito isolado da espécie;

C2 — comparação contextualizada: o mesmo indicador, com a mesma unidade, obtido em estudos, populações, tabelas ou empreendimentos distintos, com sistema, região, período e base de cálculo documentados e semelhantes; permite comparação descritiva, não a atribuição de um efeito à espécie;

C3 — não comparável: a espécie está confundida com fatores que o delineamento não separa nem declara como parte do contraste, de modo que o resultado não pode ser atribuído nem à espécie nem a um pacote produtivo definido (por exemplo, espécies criadas na mesma unidade, em policultivo, com tamanho ou número de estocagem diferentes, alimentação ou custos rateados entre espécies, ou diferenças de manejo não informadas), ou sistema, ano, moeda, base de cálculo ou definição do indicador diferem ou não são informados;

E0 — não identificado: nenhuma evidência para a pergunta foi encontrada nas fontes examinadas e nas buscas documentadas, o que não equivale a evidência de ausência;

— — contexto ou evidência de uma única espécie.

A presença das duas espécies no mesmo trabalho não basta para C1: a classe é atribuída por indicador, e a justificativa consta da matriz. C3 e E0 nunca sustentam vantagem. A direção foi registrada como favorável ao panga, sem diferença significativa, favorável ao benchmark ou indeterminada. Diferenças entre

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

levantamentos de países, mercados ou sistemas distintos foram tratadas como heterogeneidade dependente do contexto, e não como resultados experimentais contraditórios.

2.6 Qualidade, aplicabilidade e cálculos da revisão

A comparabilidade foi avaliada separadamente da **qualidade** e da **aplicabilidade** ao Pará. C1 indica que a comparação é direta, não que a evidência seja forte.

A qualidade foi avaliada pelo executor, por fonte central e em função da pergunta, em seis domínios registrados no Material Suplementar: desenho e seleção da amostra; unidade de análise e replicação, quando pertinentes; mensuração e bases de cálculo; confundimento e ajustes; consistência do relato; e acesso às informações necessárias. Em modelos, avaliaram-se premissas, dados de entrada e verificação disponível; em levantamentos de preços e canais, amostragem, período, produto e comparabilidade dos mercados. Nenhum tipo de estudo recebeu qualidade por regra automática. Um julgamento global foi usado no texto apenas quando os domínios o justificavam: **moderada a limitada** para Mansour et al. (2021), com mensuração direta em delineamento comparável, mas replicação incerta e inconsistências de relato; e **limitada** quando não houve réplica da unidade experimental (Sousa et al., 2017; Souza et al., 2021). Nos demais casos, as limitações são descritas por domínio. Não se usou instrumento validado nem pontuação, e a avaliação não foi feita de forma independente.

A aplicabilidade foi examinada por fatores que a condicionam (benchmark, sistema, escala e insumos, fase de cultivo, regime de oxigênio, mercado e custos), sem exigir identidade entre o estudo de origem e o contexto-alvo. Cada fator foi descrito como **evidência observada no Pará** (que informa o contexto local estudado, mas não representa automaticamente o conjunto da pequena aquicultura paraense), **extrapolação condicionada** (observada fora do Pará em condição semelhante em pelo menos um fator relevante, com diferenças identificadas) ou **informação insuficiente**. Em estudos sem réplica da unidade experimental ou com número de réplicas incerto, a ausência de diferença significativa foi descrita como resultado observado, e não como equivalência.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Checagens aritméticas foram feitas apenas com valores publicados e premissas explicitadas na matriz (por exemplo, a definição de margem adotada pelos autores). Seus resultados identificam incoerências de relato, mas não substituem os valores publicados, não reconstroem testes estatísticos e não foram usados para inferir o número de réplicas. Cada linha da matriz registra a localização na fonte e o status de conferência; o modo de acesso a cada documento na extração inicial e no exame posterior (texto integral, texto oficial ou resumo) consta da aba Catálogo das Fontes do Material Suplementar. A extração dos dados e a conferência das linhas contaram com apoio de ferramentas de inteligência artificial (seção 2.9); não houve dupla extração por avaliador independente.

2.7 Comparação bilateral, economia e componentes ambientais

As comparações foram bilaterais: panga × tilápia e panga × tambaqui; a relação entre tilápia e tambaqui foi usada apenas como contexto. Valores monetários de países, anos, sistemas ou canais diferentes não foram comparados diretamente, e custo, rentabilidade, preço e mercado foram tratados separadamente. Origem biogeográfica, ocorrência documentada, enquadramento normativo, escape, patógenos e genética foram descritos espécie a espécie, sem ordenação e sem balanço com benefícios econômicos; essas informações não foram tomadas como prova umas das outras. **Densidade de evidências não equivale a magnitude de risco**, e a falta de estudo não foi interpretada como ausência de risco. Afirmações normativas basearam-se em textos oficiais e não constituem análise jurídica.

2.8 Pequena escala e unidade geográfica

Adotou-se uma definição operacional de pequena escala em camadas que não se fundem: (i) **legal-administrativa**: o limite de até 2 ha de lâmina d'água ou 500 m³ em tanques-rede pertence à definição legal de aquicultor familiar (Brasil, 2006, art. 3º), e as classes de porte do licenciamento estadual constituem outra referência (Pará, 2023); (ii) **funcional**: trabalho predominantemente familiar e baixo uso de capital, insumos e tecnologia; e (iii) **de sistema**: viveiro escavado, tanque terrestre revestido ou tanque-rede. A unidade geográfica é o Pará, estratificado por região hidrográfica.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

2.9 Uso de ferramentas de inteligência artificial

Foram utilizadas duas ferramentas de inteligência artificial. O assistente Claude (Anthropic) foi usado na organização preliminar dos dados; na extração preliminar de valores e tabelas dos documentos em PDF; na tradução funcional de trechos em outros idiomas; na preparação das revisões do texto e do Material Suplementar; e na adaptação do manuscrito às normas da revista. O ChatGPT (OpenAI) foi usado na auditoria documental do manuscrito e do Material Suplementar, com confronto de citações, valores, unidades, localizadores e contagens com os documentos de origem, e na formulação de recomendações de revisão, inclusive as referentes a Rasheed et al. (2026). A pergunta e o recorte do artigo derivam da tese do primeiro autor (Colonnelli, 2026). As propostas produzidas com apoio dessas ferramentas foram submetidas aos autores, a quem cabem a decisão sobre sua incorporação e a responsabilidade pelo conteúdo publicado. Não houve extração, classificação ou avaliação de qualidade duplicada e independente por outro avaliador humano.

3. Resultados

3.1 Arquitetura da evidência

A matriz de evidências (Material Suplementar) registra 125 linhas de extração, provenientes de 39 fontes. Dos documentos citados neste artigo, a grande maioria foi examinada em texto integral, nos trechos pertinentes à pergunta. Cinco documentos foram inicialmente examinados apenas pelo resumo (Babin e Rees, 2025; Heal et al., 2022; Rahman et al., 2019; Rasheed et al., 2026; Rogers et al., 2016); seus textos integrais foram examinados posteriormente, e o Material Suplementar distingue a extração inicial do exame posterior. A tese da qual o artigo deriva e registros puramente de ocorrência ecológica foram utilizados como contexto externo à matriz. Fontes examinadas e não utilizadas, fontes apenas triadas, duplicatas e documentos não examinados estão registrados na aba Fontes Excluídas-Não Examinadas do Material Suplementar.

A evidência é assimétrica (Quadro 1). As contagens distinguem documentos únicos, estudos com as duas espécies, contrastes construídos pela revisão a partir de estudos de uma espécie e linhas de evidência; as linhas comparativas de cada par são as classificadas como C1, C2, C3 ou E0, e as linhas de contexto (—) que

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

mencionam o par não entram nessa soma. O par panga × tilápia reúne 49 linhas comparativas, sustentadas por 14 documentos: 12 estudos com as duas espécies e dois estudos fisiológicos de uma espécie, combinados pela revisão em um contraste de Pcrit (Lefevre et al., 2011; Bergstedt et al., 2021). As 19 linhas C1 vêm de três estudos; as 10 linhas C2 vêm de levantamentos, de um modelo, de estudos que informam preço ao produtor e do contraste de Pcrit; as 19 linhas C3 representam dados não comparáveis; e uma linha é E0.

O par panga × tambaqui reúne cinco linhas (três C3 e duas E0), sustentadas por quatro documentos de uma espécie, consistindo em contrastes construídos pela revisão sem estudos com as duas espécies na mesma infraestrutura; o policultivo de Santarém reúne panga e tambaqui no mesmo viveiro, mas não informa o desempenho do tambaqui. As demais 71 linhas da matriz referem-se a indicadores de contexto (—) ou a informações não identificadas (E0) fora desses contrastes.

Quadro 1 — Arquitetura da evidência bilateral

Contagem	Panga × tilápia	Panga × tambaqui
Documentos únicos	14	4
Estudos com as duas espécies	12	0
Contrastes construídos pela revisão (linhas; documentos)	1; 2	3; 4
Linhas C1 / C2 / C3 / E0 (total)	19 / 10 / 19 / 1 (49)	0 / 0 / 3 / 2 (5)
Documentos com linhas C1	3 estudos: Rasheed et al. (2026); Mansour et al. (2021); Barbosa et al. (2025)	—
Documentos com linhas C2	6 estudos: Innovision Consulting (2013); Heal et al. (2022); Acharjee et al. (2023); Uddin et al. (2018); Zaman et al. (2025); Muneer e Pramod Kiran (2024); e 1 contraste: Lefevre et al. (2011) × Bergstedt et al. (2021)	—
Documentos com linhas C3	9 estudos: Mahmud et al. (2016); Azad et al. (2004); Muneer e Pramod Kiran (2024); Acharjee et al. (2023); Biswas e Ramchandra (2026); Innovision Consulting (2013); Uddin et al. (2018); Zaman et al. (2025); Barbosa et al. (2025)	2 pares em 3 contrastes: Lefevre et al. (2011) × Soares et al. (2006); Ferreira et al. (2024) × Castro et al. (2020)

Fonte: elaboração própria a partir da matriz de evidências (coluna de todas as fontes de cada linha). As contagens de linhas por classe somam o total de linhas comparativas de cada par; as contagens de documentos por classe não se somam, porque um mesmo documento pode contribuir para mais de uma classe. Não estão incluídas duas linhas E0 que se aplicam às três espécies (falha de energia e economia derivada da aeração) e duas do panga (teste de aeração e custo de produção no Brasil).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

O Quadro 1 evidencia que a base comparativa se concentra no par panga × tilápia, no qual há estudos com as duas espécies e linhas de comparação direta, enquanto o par panga × tambaqui reúne apenas contrastes construídos pela revisão a partir de estudos de uma espécie, todos classificados como não comparáveis ou sem evidência identificada.

O Quadro 2 resume, por alegação, o teste necessário para demonstrar vantagem incremental e a situação encontrada.

Quadro 2 — Alegações atribuídas ao panga e situação da evidência

Alegação	Teste necessário	Evidência encontrada	Situação
Crescimento rápido	Ganho de peso no mesmo sistema e período que o benchmark	C1 em tanques experimentais (juvenis) e em tanques-rede fluviais (peso final maior no panga a 15 e 20 peixes/m³, sem diferença a 25; taxa de crescimento específico maior na tilápia); C3 em três ensaios de policultivo, com direções opostas e espécie confundida com a estocagem	Observado frente à tilápia em juvenis em tanques e, em parte dos desfechos e densidades, em tanques-rede; não testado em viveiro nem frente ao tambaqui
Maior produção por área ou volume	Produtividade com os mesmos insumos e infraestrutura	C1 em tanques experimentais e em tanques-rede fluviais (produção líquida maior no panga a 20 e 25 peixes/m³, sem diferença a 15; divergência entre resumo e tabelas da fonte); C2 e C3 em levantamentos e policultivos	Observada frente à tilápia em juvenis em tanques e, nas duas maiores densidades, em tanques-rede fluviais; dependente do contexto nos demais estudos
Tolerância à hipóxia e menor dependência de aeração	Ver seção 3.3	Contraste de Pcrit entre estudos distintos (C2); nenhum teste de aeração com o panga; ensaio direto em tanques-rede sem aeração artificial, mas em água corrente bem oxigenada	Tolerância descrita em laboratório; necessidade de aeração não testada
Rusticidade	Mortalidade e insumos sob manejo equivalente	Sobrevivência sem diferença significativa nos dois estudos C1 (equivalência não demonstrada); maior no panga em dois policultivos e menor em um (C3)	Sem teste comparativo de exigência tecnológica

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Alegação	Teste necessário	Evidência encontrada	Situação
Viabilidade econômica	Custo, margem e benefício/custo no mesmo arranjo e mercado	C1 (contraste entre pacotes produtivos, sem isolar o efeito da espécie): em tanques-rede fluviais, lucro maior da tilápia a 15 peixes/m³, panga lucrativo e tilápia com prejuízo a 20 e ambas com prejuízo a 25, sem preços unitários de venda; margem parcial favorável ao panga em tanques experimentais, com tabela incoerente; C2: preço ao produtor em quatro estudos, com relação variável entre as espécies; C3: rentabilidade por espécie em levantamentos	Dependente da densidade e do contexto fora do Pará; não demonstrada no Pará
Qualidade do filé e aceitação	Resposta sensorial, preço e acesso a compradores	C1 descritivo em um teste sensorial; mercado de filé importado	Resultado sensorial descritivo; vantagem comercial da produção local não demonstrada

Fonte: elaboração própria a partir da matriz de evidências.

Como mostra o Quadro 2, nenhuma das alegações tem demonstração geral: as vantagens observadas frente à tilápia restringem-se a fases, sistemas e densidades específicos, e as alegações de tolerância à hipóxia, rusticidade e viabilidade econômica no Pará permanecem sem o teste necessário.

3.2 Desempenho produtivo: panga × tilápia

Tanques-rede fluviais. No Paquistão, panga e tilápia foram criados por 120 dias (maio a agosto de 2024) em 18 gaiolas flutuantes de cerca de 100 m³, em área de remanso do rio Indo com correnteza média de 30 cm/s, a 15, 20 e 25 peixes/m³, com três gaiolas por combinação de espécie e densidade (Rasheed et al., 2026). Os pesos iniciais diferiram entre as espécies (12,3–12,5 g na tilápia; 4,1–4,6 g no panga). As duas espécies receberam ração comercial flutuante com 23% de proteína bruta; a seção de alimentação descreve uma ração padrão, mas a análise econômica atribui a cada espécie uma ração com preço próprio. Não houve aeração artificial, e o oxigênio dissolvido médio foi de 7,2 mg/L (6,8–7,8 mg/L). A gaiola foi a unidade experimental, com ANOVA de dois fatores e ANCOVA com o peso inicial como covariável; os valores de desempenho da tabela de resultados do estudo são médias ajustadas. Dadas as diferenças de peso inicial e a indisponibilidade dos dados por gaiola, não é possível confirmar nesta revisão em que medida o ajuste distingue o efeito da espécie daquele do tamanho de estocagem; por prudência, as comparações deste ensaio são interpretadas como contrastes diretos entre pacotes produtivos (seção 2.5).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Pelas letras de comparação publicadas, a produção líquida do panga foi maior que a da tilápia a 20 peixes/m³ (472,7 contra 350,3 kg por gaiola) e a 25 peixes/m³ (467,7 contra 373,7 kg), sem diferença significativa a 15 peixes/m³ (473,4 contra 426,4 kg) (C1). A conversão alimentar foi menor no panga nas três densidades (1,73, 2,27 e 2,70 contra 1,87, 2,74 e 3,09); a taxa de crescimento específico foi maior na tilápia nas três densidades; e o peso final foi maior no panga a 15 e 20 peixes/m³, sem diferença a 25 peixes/m³. A sobrevivência variou de 95,1% a 98,6%, sem diferença significativa entre as espécies em nenhuma densidade, o que não demonstra equivalência. As três médias de produção líquida do panga não diferiram entre si, resultado que os autores descrevem como estabilidade; isso não constitui teste de equivalência. Glicose e cortisol séricos aumentaram com a densidade; entre as espécies, a glicose diferiu apenas a 25 peixes/m³ e o cortisol a 15 e 25 peixes/m³, com valores maiores na tilápia.

A fonte tem divergências internas: o resumo informa cerca de 440 kg por gaiola para o panga e 454,4 ± 7,7 kg para a tilápia na menor densidade, enquanto o texto dos resultados e a tabela informam cerca de 470 kg e 426,4 kg; e a discussão atribui à tilápia maior crescimento e produção na menor densidade, o que as médias ajustadas não mostram. Esta revisão usa os valores das tabelas, com essa ressalva. O ensaio, em água corrente bem oxigenada, não avaliou hipóxia, interrupção de energia nem cultivo em tanques terrestres.

Tanques experimentais. No Egito, as duas espécies foram criadas em monocultivo e em policultivo em tanques de fibra de 1 m³ (800 L), com o mesmo peso inicial (14,5 g), a mesma ração, 50 peixes/m³ e troca diária de 30% da água, por 14 semanas, com oxigênio dissolvido médio de 6,6 ± 2,2 mg/L e sem menção a aeração (Mansour et al., 2021). Nos monocultivos, o panga atingiu peso final de 109,50 ± 5,92 g contra 63,32 ± 5,42 g, produção de 5,41 ± 0,23 contra 2,88 ± 0,20 kg/m³ e conversão alimentar de 1,22 ± 0,08 contra 1,76 ± 0,16, com diferenças significativas; a sobrevivência (98,75% e 91,25%) não diferiu significativamente (C1). O relato do delineamento é inconsistente: o texto anuncia quatro tratamentos, lista cinco e informa doze tanques com réplicas em triplicata, de modo que o número efetivo de réplicas

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

não pode ser determinado. Os resultados são diretos, mas de confiança moderada a limitada, e restritos à fase juvenil em tanques de laboratório.

Ensaios em policultivo. Em oito viveiros de produtores no sul de Bangladesh (309–498 m²), tilápias e pangas foram criados juntos por 210 dias, na proporção 5:3 (cerca de 20.000 peixes/ha), sem troca de água e sem aeração, para comparar tratamentos de qualidade da água, com dois viveiros por tratamento (Mahmud et al., 2016). As espécies foram estocadas com tamanhos muito diferentes (tilápia com 5,2–5,3 g; panga com 62–75 g) e compartilharam a ração; a análise comparou tratamentos, não espécies. O panga ganhou 627–796 g e a tilápia 177–194 g; a produção publicada do panga, grandeza próxima do ganho médio multiplicado pelo número estocado, foi de duas a duas vezes e meia a da tilápia; a sobrevivência foi de 95–97% e de 90–93%, diferença que os autores atribuem ao maior tamanho de estocagem do panga; e a conversão alimentar não é separável por espécie. As taxas de crescimento específico publicadas não são reproduzíveis com os pesos iniciais, os ganhos e a duração informados (Material Suplementar) e não foram usadas.

Em nove viveiros de 200 m² de uma estação experimental em Bangladesh (três tratamentos com três réplicas), tilápia, pangas e duas carpas foram criados juntos por 90 dias a 100 peixes/decimal, em composições diferentes cujo número por espécie não é informado, com adubação e alimentação de baixo custo (farelo de arroz e torta de mostarda) comuns a todas as espécies (Azad et al., 2004). Com pesos iniciais próximos (3,8–4,2 g na tilápia; 4,3–5,6 g no pangas), a tilápia ganhou 64–89 g e o pangas 31–48 g, e a sobrevivência foi de 91–92% e 88–89%; a análise comparou tratamentos dentro de cada espécie, e os autores concluíram, sem teste entre espécies, que o policultivo de pangas com tilápia não é adequado nesse regime de insumos.

Em um viveiro revestido de cerca de 40 m³ no sul da Índia, 250 tilápias de 89 g e 100 pangas de 95 g, alimentados com a mesma ração, ganharam 152 g e 294 g em um ciclo de cerca de quatro meses (abril a julho de 2016; cerca de 94 dias segundo os ganhos diários publicados, cálculo desta revisão), com sobrevivência de 92% e 98%, sem réplica nem teste (Muneer e Pramod Kiran, 2024). Nos três ensaios, os indicadores entre espécies são C3: as direções são opostas, e a espécie está

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

confundida com tamanho e número de estocagem, composição do policultivo e regime de alimentação.

Levantamentos e modelos com produtores. Em Bangladesh, as tabelas de um estudo de consultoria baseado em questionários e entrevistas com informantes-chave realizados em 2013 (o total de entrevistados difere entre o sumário executivo, o texto dos métodos e a tabela da amostra) indicam, para viveiros semi-intensivos, conversão alimentar de 1,8–2,0 no panga e 1,5–1,8 na tilápia, uso anual de ração de 25.000–50.000 contra 3.000–6.000 kg/ha e produtividade de 15–30 contra cerca de 2,5 t/ha (Innovision Consulting, 2013). São comparações descritivas (C2) entre tabelas com fontes de dado diferentes: estimativas de informantes-chave para a tilápia e levantamento de campo e informantes para o panga; o próprio relatório usa, na análise econômica do panga, produtividades menores que as da tabela de produção.

Um modelo econômico de policultivo, construído com informações de 211 produtores de três distritos, estimou ganho por peixe cerca de 3,5 vezes maior no panga que na tilápia, mas em ciclos de duração diferente (7 e 3,5 meses); por mês, a razão informada pelos autores é de cerca de 1,7, embora o resumo descreva a diferença como taxa de ganho quase quatro vezes maior (Heal et al., 2022; C2). O modelo estimou receitas maiores para o panga, e os autores interpretam a persistência da tilápia pelo ciclo curto e pelo menor risco econômico associado à perda por doença.

Em fazendas de policultivo de Bangladesh (Acharjee et al., 2023) e em fazendas de um distrito da Índia (Biswas e Ramchandra, 2026), as produtividades por espécie dependem da composição da estocagem ou de sistema, ciclo e base de cálculo não informados (C3). Os resultados de conversão alimentar e de produtividade diferem entre o experimento em tanques e os levantamentos, e entre levantamentos de países e sistemas distintos. Essas diferenças descrevem contextos heterogêneos, e não resultados experimentais contraditórios. Além da comparação em tanques terrestres experimentais (Mansour et al., 2021), nas fontes examinadas não se identificou ensaio em viveiro, escavado ou revestido, delineado para comparar as espécies, em monocultivos ou em policultivo com estocagem padronizada.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

3.3 Hipóxia, sobrevivência e aeração

Os estudos fisiológicos medem tolerância em laboratório, e cada desfecho tem significado próprio (Babin e Rees, 2025):

Pcrit e manutenção do metabolismo aeróbio. A 27 °C e sem acesso ao ar, o Pcrit, pressão de oxigênio abaixo da qual o consumo cai abaixo da taxa metabólica padrão, foi de 7,7 ± 1,2 kPa no panga (117 g; n = 7; Lefevre et al., 2011) e de 3,8 ± 0,6 kPa na tilápia (n = 37; massa média de 104 g informada para o conjunto de 74 peixes do estudo; Bergstedt et al., 2021), estimado nesta última pela interseção da regressão do consumo abaixo de 3 kPa com a taxa padrão.

Depressão metabólica. Na tilápia, a 2,1 kPa por 2 a 24 h, o consumo de oxigênio ficou cerca de 53% abaixo da taxa padrão, sem lactato detectável após 24 h (Bergstedt et al., 2021).

Perda de equilíbrio. Na tilápia, ocorreu a 0,2 ± 0,1 kPa em declínio progressivo da oxigenação (n = 8); os autores consideram que o Pcrit não é necessariamente um indicador forte de tolerância (Bergstedt et al., 2021).

Sobrevivência. No panga mantido 24 h sem acesso à superfície (15 peixes por nível, um tanque por nível), a sobrevivência foi de 100% em normóxia, 90% a 12 kPa e 45% a 6 kPa (Lefevre et al., 2011); a sobrevivência da tilápia não foi desfecho no estudo correspondente.

Acesso ao ar. Com acesso ao ar, em hipóxia de cerca de 6 kPa por aproximadamente 22 h, pangas de 46 g a 29,6 °C obtiveram 60 ± 9% do oxigênio do ar, sem diferença significativa na taxa metabólica padrão em relação à normóxia (n = 6; Lefevre et al., 2011).

Nesses dois estudos, sem acesso ao ar e à mesma temperatura, o Pcrit foi menor na tilápia (C2). Como a definição operacional do Pcrit, o protocolo de declínio e os desfechos complementares diferem, e o Pcrit varia com temperatura, massa e taxa metabólica (Rogers et al., 2016), o contraste não estabelece uma ordenação geral de tolerância entre as espécies. Os dados do panga mostram que, em exposição de 24 h sem acesso à superfície, a sobrevivência diminuiu com a intensidade da hipóxia, ao passo que, com acesso ao ar, o metabolismo padrão foi mantido em

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

exposição de cerca de 22 h a 6 kPa. Nenhum desses estudos avaliou exposição crônica, crescimento, produção ou consumo de energia; o consumo de oxigênio pelos peixes não equivale a consumo de eletricidade.

Necessidade de aeração. Nas fontes examinadas, não se identificou teste de desempenho do panga com e sem aeração. Os autores do estudo fisiológico sugerem, sem testar, que a aeração de viveiros tende a favorecer o crescimento da espécie (Lefevre et al., 2011). O ensaio em policultivo de Bangladesh criou panga e tilápia sem aeração, com oxigênio dissolvido entre 4,0 e 5,7 mg/L, mas não teve tratamento aerado para comparação (Mahmud et al., 2016). O ensaio em tanques-rede do Paquistão também não usou aeração artificial, mas ocorreu em água corrente, com oxigênio dissolvido médio de 7,2 mg/L, e não comparou tratamentos com e sem aeração (Rasheed et al., 2026).

Para os benchmarks, há testes de uma espécie sem réplica de viveiros. Em Rondônia, o tambaqui a 0,42 peixe/m², em dois viveiros (um por tratamento), não diferiu em peso final nem em biomassa com e sem aerador noturno em 12 meses, e o oxigênio dissolvido médio permaneceu alto também sem aerador (7,8 mg/L), com teste estatístico usando os peixes como unidades (Sousa et al., 2017). Em nove viveiros de cerca de 40 m², um por combinação de densidade e sistema de aeração, o peso final da tilápia não diferiu entre os sistemas a 3 peixes/m³ e foi maior que o do controle sem aeração apenas com o compressor radial a 6 peixes/m³ e com os dois aeradores (compressor radial e chafariz) a 9 peixes/m³, com os peixes como unidade nessa análise; para a biomassa, os autores não identificaram efeito significativo dos sistemas de aeração (Souza et al., 2021).

Nesses delineamentos, a ausência de diferença não demonstra equivalência nem que a aeração seja dispensável. Não se identificou estudo de falha de aeração ou de energia em escala produtiva para nenhuma das três espécies, nem dado para estimar economia de energia ou de investimento em aeradores.

3.4 Economia e mercado

Indicadores econômicos. Em Rasheed et al. (2026), o resultado econômico por gaiola no ciclo de 120 dias, em rupias paquistanesas de 2024, mudou de direção com a densidade: a 15 peixes/m³, o lucro foi maior na tilápia (48.363 contra 35.344

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

PKR; benefício/custo de 1,41 contra 1,24); a 20 peixes/m³, o panga teve lucro (8.921 PKR; 1,06) e a tilápia, prejuízo (−17.677 PKR; 0,85); a 25 peixes/m³, as duas espécies tiveram prejuízo (−26.582 PKR no panga e −34.433 PKR na tilápia), sem diferença significativa no lucro, embora a relação benefício/custo tenha diferido (0,83 contra 0,71) (C1). Os custos incluem alevinos e ração com preços unitários próprios de cada espécie, maiores no panga, e um custo de construção da gaiola descrito como amortizado, sem vida útil informada; os peixes foram vendidos vivos e inteiros, com preço por quilograma variável conforme o peso final, mas os preços unitários de venda por tratamento não são apresentados. A classe C1 refere-se, aqui, ao contraste direto entre os pacotes produtivos das duas espécies no mesmo sistema, período e densidades: o resultado combina espécie, tamanho inicial, alimentação e preços locais e não isola uma vantagem econômica da espécie; a recomendação dos autores, de cultivar o panga até 20 peixes/m³, refere-se a esse sistema.

Em Mansour et al. (2021), a margem parcial (receita menos custos de alevinos e ração) do monocultivo de panga foi de 6,21 ± 7,20 US$/m³ contra 2,52 ± 0,39 US$/m³ da tilápia, com diferença significativa a favor do panga e preços descritos como semelhantes. A tabela econômica tem incoerências aritméticas entre receita, custo e margem e entre custo de ração e conversão alimentar, sob as premissas registradas no Material Suplementar; a direção é favorável ao panga, mas a magnitude é incerta.

O preço ao produtor, comparado dentro de cada estudo (C2), variou entre contextos: em Bangladesh, foi ligeiramente maior para o pangas em 2016 (Tk 85 contra 82/kg; amostra intencional; Uddin et al., 2018) e maior para a tilápia em 2018 (cerca de 10%; Acharjee et al., 2023) e em 2018–2019 (US$ 1,00–1,10 contra 0,85–0,87/kg, segundo comerciantes, sem padronização de tamanho; Zaman et al., 2025); em um caso na Índia, as duas espécies foram vendidas ao mesmo preço, em venda local de peixe fresco que os autores descrevem como mais bem remunerada que a de outros mercados (Muneer e Pramod Kiran, 2024). Margens e valor adicionado de intermediários, maiores na tilápia segundo Zaman et al. (2025), cujas tabelas têm inconsistências internas, não equivalem ao lucro da piscicultura.

Os indicadores de rentabilidade por espécie dependem de custos rateados entre as espécies do policultivo (Acharjee et al., 2023), de custos sem itens definidos

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

(Uddin et al., 2018), de preços uniformes por espécie sem descrição suficiente de sua obtenção e de bases de cálculo não informadas (Biswas e Ramchandra, 2026) ou de orçamentos com anos, preços assumidos e bases produtivas distintos entre tabelas, nos quais o retorno líquido por hectare é maior no panga e a relação benefício/custo, na tilápia (Innovision Consulting, 2013), e não são comparáveis (C3); o caso indiano informa apenas o resultado do sistema. Os resultados econômicos são, assim, condicionais a delineamentos e mercados específicos e dependentes do contexto.

Custos e preços no Pará. Há estudos de caso de uma espécie, com anos e sistemas diferentes: tambaqui com custo operacional total de R$ 5,85/kg em viveiros e R$ 6,23/kg em gaiolas flutuantes, vendido a R$ 7,50/kg (ciclo acompanhado em 2014–2015; custos atualizados pelos autores pelo IPCA até maio de 2020, sem detalhamento equivalente da base do preço de venda; Castro et al., 2020); tilápia em tanques-rede em Capitão Poço, com custo em torno de R$ 6,00/kg e preço de R$ 10,00/kg em 2019, segundo o produtor (Silva et al., 2021). Não foi identificado dado numérico de custo de produção do panga no Brasil nas fontes examinadas. O panga de produção local foi vendido a R$ 5,00/kg em 2023 e R$ 8,00/kg em 2024 na Feira do Peixe de Santarém, segundo os responsáveis pela piscicultura (Ferreira et al., 2024). Os preços diferem em ano, canal e forma de venda (C3), e os custos de contenção e biossegurança não foram quantificados para nenhuma espécie.

Mercado do produto importado e da produção local. Em Belém, em 2014, quatro de oito atacadistas entrevistados vendiam cerca de 100 t/mês de filé de panga importado, a R$ 11,20/kg em média, contra R$ 22,50/kg dos filés de peixes regionais, sobretudo a restaurantes e cozinhas industriais; os piscicultores entrevistados temiam a concorrência pelo preço (Castro Neto et al., 2016). Em Santarém, em 2023–2024, a produção local de peixes identificados na fonte como *Pangasius* sp. foi vendida a preço baixo, com dificuldade de escoamento, e passou a ser destinada a frigoríficos (Ferreira et al., 2024).

Em Castanhal, em teste sensorial com 75 participantes da comunidade acadêmica, filés de panga e de tilápia do mesmo produtor, empanados e fritos, foram avaliados pelos mesmos provadores: 44 preferiram o panga e 31 a tilápia; a intenção de compra positiva foi de 77,33% contra 70,67% e a satisfação positiva de 78,67%

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

contra 69,33%; o panga teve mais avaliações positivas em aparência e sabor, e a tilápia em textura e odor (Barbosa et al., 2025). Os resultados sensoriais são descritivos, sem teste estatístico, e informam aquele grupo de provadores, sem indicar demanda observada, disposição real a pagar ou a resposta do público consumidor do estado.

Em Bangladesh, processadores relataram usar 3–4 kg de peixe de mais de 1 kg para obter 1 kg de filé, na seção sobre pangas (Uddin et al., 2018). A estatística setorial agrega o panga a outras espécies (120 t de “outras espécies (carpa, truta e pangasius)” no Pará em 2022, segundo Conceição, 2024, com base em fonte setorial).

3.5 Panga × tambaqui

Não foi localizada comparação direta ou contextualizada (Quadro 3). Os dados disponíveis têm naturezas incompatíveis: tambaqui com 2.000 g em 365 dias em viveiros de Irituia e 1.000 g em gaiolas flutuantes de Juruti (Castro et al., 2020); panga, identificado pelos autores como *Pangasius* sp., com 2–4 kg após cerca de dois anos em policultivo com tambaqui e pirarucu em Santarém, segundo os responsáveis, sem dados de desempenho do tambaqui nesse cultivo (Ferreira et al., 2024). Para a hipóxia, a evidência do tambaqui lida é comportamental: dois juvenis (de quatro coletados) observados em aquários sob hipóxia progressiva não recorreram à respiração na superfície e permaneceram sob raízes de macrófitas, embora os autores citem estudos que a registram na espécie (Soares et al., 2006).

Quadro 3 — Síntese bilateral panga × tambaqui

Indicador	Panga	Tambaqui	Classe	Direção
Qualquer indicador produtivo no mesmo estudo	—	—	E0	Não identificado
Crescimento	2–4 kg em cerca de 2 anos, policultivo, relato; identificação como *Pangasius* sp. (Ferreira et al., 2024)	2.000 g em 365 dias, viveiro (Castro et al., 2020)	C3	Indeterminada
Resposta à hipóxia	Pcrit e partição ar/água (Lefevre et al., 2011)	Resposta comportamental (Soares et al., 2006)	C3	Indeterminada
Preço de venda	R$ 5,00–8,00/kg na Feira do Peixe, 2023–2024, relato (Ferreira et al., 2024)	R$ 7,50/kg; coleta em 2015, base monetária não detalhada (Castro et al., 2020)	C3	Indeterminada

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Indicador	Panga	Tambaqui	Classe	Direção
Custo de produção	Sem dado identificado	R$ 5,85–6,23/kg; coleta em 2014–2015, atualizado pelos autores pelo IPCA até maio de 2020 (Castro et al., 2020)	E0	Não identificado

Fonte: elaboração própria a partir da matriz de evidências.

No Quadro 3, todos os indicadores são não comparáveis (C3) ou sem evidência identificada (E0), de modo que a direção é indeterminada ou não identificada em todas as linhas.

As buscas dirigidas no OpenAlex e no Europe PMC não identificaram estudo com as duas espécies. Isso não indica equivalência nem superioridade de nenhuma delas, nem que tal comparação não exista. O papel do tambaqui como comparador muda conforme a região hidrográfica (Quadro 4), e as três informações que o definem (origem biogeográfica, ocorrência documentada e enquadramento normativo) vêm de fontes distintas e não se comprovam umas às outras.

Quadro 4 — Tambaqui como benchmark por região hidrográfica

Região hidrográfica	Origem biogeográfica	Ocorrência documentada	Enquadramento normativo	Papel na comparação
Amazônica	Espécie amazônica (Alves et al., 2014)	—	—	Benchmark nativo e produtivo
Tocantins-Araguaia	Fora da área de origem	Citado entre espécies não nativas que surgiram no reservatório de Lajeado, segundo pescadores (Santos e Pelicice, 2025)	Alóctone às águas naturais; tanques-rede autorizados nos reservatórios ao longo do rio Tocantins, com requisitos; híbridos vedados (Brasil, 2012); no Pará, alóctones e híbridos só em bases terrestres (Pará, 2023)	Benchmark produtivo regional entre duas espécies não nativas
Atlântico Nordeste Ocidental	Não avaliada	—	—	Benchmark produtivo

Fonte: elaboração própria. As regiões hidrográficas seguem a divisão hidrográfica nacional (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2020). A atribuição de municípios e empreendimentos a essas regiões não foi realizada por procedimento cartográfico reproduzível e não é usada como resultado; as fontes descrevem o caso de Santarém na várzea de um afluente do Amazonas (Ferreira et al., 2024) e listam Capitão Poço entre os municípios da região Tocantins-Araguaia (Silva et al., 2021). A instrução normativa federal não dispensa licenciamento nem outras autorizações (art. 3º) e não afasta exigências estaduais, e o decreto estadual não a revoga; a compatibilização entre ambos não foi analisada e não constitui análise jurídica. A tambatinga, híbrido de tambaqui cuja produção os autores descrevem como preferida por piscicultores da região Norte (Alves et al., 2014), não substitui o tambaqui como benchmark.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

O Quadro 4 mostra que o papel do tambaqui como comparador depende da região hidrográfica. Na Amazônica, é espécie amazônica e funciona como benchmark nativo e produtivo. Na Tocantins-Araguaia, está fora da área de origem, é tratado como alóctone às águas naturais pela norma federal e é citado, segundo pescadores, entre as espécies não nativas que surgiram no reservatório de Lajeado, de modo que a comparação passa a envolver duas espécies não nativas. Na Atlântico Nordeste Ocidental, a origem biogeográfica não foi avaliada, e o tambaqui figura apenas como benchmark produtivo. Esse ponto é retomado na seção 4.3.

3.6 Componentes ambientais em paralelo

O Quadro 5 descreve os componentes ambientais para as três espécies, sem ordená-las e sem contrabalançá-los com benefícios produtivos.

Quadro 5 — Componentes ambientais em paralelo

Componente	Panga	Tilápia	Tambaqui
Origem e condição no Pará	Exótico (Sudeste Asiático; bacias do Mekong, Chao Phraya e Maeklong) (Garcia et al., 2018)	Exótica (África); introduzida no Pará na década de 1970 (Brabo et al., 2016)	Amazônica (Alves et al., 2014); alóctone às águas naturais da RH Tocantins-Araguaia por norma federal (Brasil, 2012)
Escape	Viveiros de várzea com abastecimento por maré; maior chance de escape na cheia, segundo os autores (Ferreira et al., 2024)	Escapes comuns em tanques-rede improvisados no Pará nos anos 1990–2000 (Silva et al., 2021); transbordamento de cultivos em cheias citado como via geral de introdução de peixes não nativos na Amazônia (Doria et al., 2021)	Tanques-rede no rio Tocantins condicionados a medidas contra ruptura e fuga (Brasil, 2012)
Ocorrência em ambiente natural	Sem registro no Brasil até 2018 (Garcia et al., 2018); oito localidades no rio Magdalena, Colômbia, sem estabelecimento pleno confirmado (Valderrama et al., 2016)	47 registros de localidade na macrorregião amazônica delimitada pelos autores, que inclui bacias vizinhas (Doria et al., 2021); sem comprovação de populações estabelecidas no Pará, segundo Brabo et al. (2016)	Citado entre não nativas no médio Tocantins após o represamento (Santos e Pelicice, 2025)

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Componente	Panga	Tilápia	Tambaqui
Patógenos e parasitos	Na Turquia (avaliação ENSARS para duas localidades, clima atual), risco médio no módulo do organismo e moderadamente baixo nos demais módulos; no módulo de agentes infecciosos, o maior escore, na categoria média, foi o da introdução (Tarkan et al., 2020)	Parasitos branquiais africanos em pisciculturas do Paranapanema, um deles registrado em espécies nativas; *Cichlidogyrus tilapiae* registrado em pisciculturas do Amapá (Garcia et al., 2019)	Não pesquisado neste estudo
Genética	Não pesquisado neste estudo	Não pesquisado neste estudo	Contaminação de plantéis de tambaqui por híbridos relatada pelos autores como frequente, com base em visitas de campo (Alves et al., 2014); híbridos vedados na aquicultura da RH Tocantins-Araguaia (Brasil, 2012)

Fonte: elaboração própria. “Não pesquisado neste estudo” não significa ausência do componente.

O Quadro 5 reúne informações de natureza e densidade diferentes para cada espécie; como definido na seção 2.7, a maior ou menor quantidade de registros não indica maior ou menor risco, e as células sem pesquisa não significam ausência do componente.

No Pará, a aquicultura com espécies alóctones ou exóticas depende de ato normativo federal específico e, quando admitida, deve ocorrer em bases terrestres e fora de área de preservação permanente, restrição estendida a híbridos (Pará, 2023, art. 10); nenhum ato federal específico para o panga foi localizado. Para a tilápia, a resolução estadual analisada por Silva et al. (2021) admitia o cultivo em sistema fechado e previa que o órgão ambiental poderia autorizar, sob condições, sistemas parcialmente fechados para validar propostas técnicas de contenção, o que não equivale a autorização geral de sistemas abertos; a relação entre essa resolução e o decreto de 2023 não foi examinada. As recomendações científicas para o panga, que não se confundem com exigências normativas nem com autorização de empreendimentos, incluem cultivo sem contato com corpos d’água naturais (Ferreira et al., 2024) e, na avaliação de risco feita para a Turquia, sistemas fechados quando

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

viáveis, quarentena quando estes forem economicamente inviáveis e linhagens estéreis em sistemas com maior risco de escape (Tarkan et al., 2020).

4. Discussão

4.1 O que a evidência sustenta

A evidência permite três afirmações de alcance diferente. Primeiro, há vantagens do panga observadas no mesmo delineamento frente à tilápia, mas em condições específicas e por desfecho: em juvenis em tanques experimentais, maior crescimento e produção e menor conversão alimentar, com confiança moderada a limitada (Mansour et al., 2021); em tanques-rede fluviais com correnteza e oxigênio elevado, menor conversão alimentar nas três densidades e maior produção líquida a 20 e 25 peixes/m³, sem diferença a 15 peixes/m³ (Rasheed et al., 2026). Nesse ensaio, a taxa de crescimento específico foi maior na tilápia, a sobrevivência não diferiu entre as espécies, o lucro foi maior na tilápia a 15 peixes/m³ e no panga a 20 peixes/m³, e há divergências entre resumo, tabelas e discussão da própria fonte; a ausência de diferença detectada entre as densidades na produção do panga não demonstra estabilidade em outras condições.

Segundo, os ensaios em policultivo e os estudos com produtores e comerciantes não identificam efeitos atribuíveis à espécie: descrevem viveiros com estocagem não padronizada, empreendimentos, tabelas ou modelos de contextos distintos, com resultados que dependem do contexto, inclusive na relação de preços.

Terceiro, os atributos mais invocados (tolerância à hipóxia e menor dependência de aeração) não foram testados em condição de produção: os dados disponíveis são de laboratório, de curta duração e de estudos distintos para cada espécie.

4.2 Aplicabilidade das vantagens observadas à pequena escala paraense

A contribuição analítica deste trabalho é especificar os fatores que condicionam a aplicação, à decisão de um pequeno produtor paraense, de uma vantagem observada fora do Pará (Quadro 6). Os fatores não exigem identidade entre o estudo de origem e o contexto-alvo; indicam onde há evidência observada no Pará, onde a aplicação depende de extrapolação condicionada e onde a informação é insuficiente.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Benchmark. As comparações diretas são todas com a tilápia. Para o tambaqui, benchmark dominante no estado, não há base comparativa nas fontes examinadas.

Sistema. O arranjo admitido para exóticas no Pará é a infraestrutura em bases terrestres. Mansour et al. (2021) já compararam as espécies em tanques terrestres experimentais, o que aproxima o tipo de infraestrutura do arranjo admitido; a aplicação ao contexto-alvo depende, porém, de escala produtiva, manejo pertinente (renovação de água, densidade e alimentação usuais), replicação adequada e ciclo até o tamanho comercial. Os viveiros de Mahmud et al. (2016) e Azad et al. (2004) e o viveiro revestido de Muneer e Pramod Kiran (2024) correspondem a sistemas em base terrestre, mas não a delineamentos comparativos entre espécies; a eficiência de fazendas de pangas e tilápia em Bangladesh variou entre regiões com o ambiente de produção, o manejo de insumos e a escolha da espécie, segundo Rahman et al. (2019), que estimaram fronteiras de eficiência separadas para cada espécie; os tanques-rede fluviais de Rasheed et al. (2026) não correspondem ao arranjo admitido para exóticas.

Escala e insumos. Os casos de tambaqui no Pará estão abaixo dos limites de área e volume que integram a definição legal de aquicultor familiar (1,44 ha de viveiros em Irituia; 48 m³ de gaiolas em Juruti; Castro et al., 2020); isso não basta para classificá-los como aquicultores familiares, que dependem de outros requisitos legais. No reservatório de Chavantes (SP), Brande et al. (2023) denominam pequenos os projetos de tanques-rede de tilápia com 10–50 mil m³ de volume de água de produção, medida baseada na área e na profundidade do corpo d'água, e não no volume útil das gaiolas; por isso, essa classe não é comparável ao limite de 500 m³ de tanques-rede da definição legal. Um viveiro revestido de cerca de 40 m³ na Índia ilustra uma escala pequena em base terrestre, com resultado econômico do sistema para um ciclo (Muneer e Pramod Kiran, 2024), e o policultivo com insumos de baixo custo de Azad et al. (2004) indica que o regime de alimentação condiciona o desempenho relativo.

A produção de formas jovens do panga no Mekong usa desova induzida por hormônio em incubatórios especializados (Bui et al., 2010); no Pará, não foi documentada larvicultura de panga, e os alevinos do cultivo de Santarém (*Pangasius* sp., segundo a fonte) vieram do Maranhão (Ferreira et al., 2024).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Fase e duração. As comparações diretas cobrem a fase juvenil (14 semanas) ou ciclos de 120 dias a partir de alevinos de 4–12 g. O tamanho comercial e a forma de venda no Pará (filé ou peixe inteiro) não foram considerados em nenhuma delas.

Regime de oxigênio. Os dois ensaios com comparação direta mantiveram oxigênio elevado, e o ensaio em tanques-rede, sem aeração artificial, ocorreu em água corrente com oxigênio dissolvido médio de 7,2 mg/L, sem avaliar falhas de energia; a resposta das espécies à hipóxia foi medida em laboratório, sem acesso ao ar para a comparação de Pcrit e em exposições de até 24 h. A vantagem que interessa à alegação (desempenho sob oxigênio baixo, com acesso ao ar e sem aeração) não foi observada.

Mercado e custos. Os resultados econômicos diretos dependem de preços egípcios e paquistaneses e, no Paquistão, mudaram de direção com a densidade, e a relação de preços ao produtor entre as espécies variou entre levantamentos e períodos. No Pará, há observações locais de aceitação sensorial em um grupo de provadores, de comercialização do filé importado em Belém e de venda da produção local a preço baixo em Santarém, identificada na fonte como *Pangasius* sp., sem confirmação de *P. hypophthalmus* no material examinado; elas informam esses contextos, mas não representam o conjunto da pequena aquicultura paraense; nas fontes examinadas, não há custo de produção do panga no Brasil nem custo de biossegurança.

Quadro 6 — Fatores que condicionam a aplicabilidade das vantagens observadas à pequena escala no Pará

Fator	O que a evidência observou	Situação da aplicabilidade	O que falta para aplicação ao contexto-alvo
Benchmark	Comparações no mesmo delineamento apenas com a tilápia	Tilápia: extrapolação condicionada. Tambaqui: informação insuficiente	Comparação interpretável panga × tambaqui
Sistema	Comparação em tanques terrestres experimentais de 1 m³ (Mansour et al., 2021); tanques-rede fluviais (Rasheed et al., 2026); policultivos em viveiros escavados e em um viveiro revestido, sem estocagem padronizada	Extrapolação condicionada (tanques terrestres)	Escala produtiva, manejo pertinente, replicação adequada e ciclo até tamanho comercial

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Fator	O que a evidência observou	Situação da aplicabilidade	O que falta para aplicação ao contexto-alvo
Escala e insumos	Tanques de laboratório; um viveiro revestido de ~40 m³ com resultado econômico do sistema; policultivo com insumos de baixo custo; casos paraenses abaixo dos limites de área e volume da definição legal; alevinos de panga trazidos de outro estado	Extrapolação condicionada (sistema revestido de pequena escala, sem comparação entre espécies); informação insuficiente para os demais aspectos	Desempenho comparativo na escala e no regime de insumos dos empreendimentos-alvo; oferta regular de formas jovens
Fase e duração	Juvenis por 14 semanas; 120 dias a partir de alevinos de 4–12 g	Extrapolação condicionada (fase juvenil)	Desempenho até o abate; rendimento de filé
Regime de oxigênio	Oxigênio elevado nos dois ensaios diretos (em tanques-rede, água corrente sem aeração artificial); Pcrit e sobrevivência em laboratório, até 24 h	Informação insuficiente	Ensaio replicado de aeração com as três espécies; resposta a falhas de energia
Mercado: aceitação e canais	Um teste sensorial com amostra de conveniência (Castanhal); mercado de filé importado (Belém, 2014); venda da produção local (Santarém, 2023–2024); rendimento de filé relatado por processadores em Bangladesh	Evidência observada no Pará, restrita aos contextos estudados; rendimento de filé: extrapolação condicionada	Demanda e disposição a pagar do público-alvo; rendimento de filé e canais da produção local
Mercado: preços e custos	Resultado econômico dependente da densidade em tanques-rede (Paquistão) e margem parcial favorável ao panga em tanques (Egito); relação de preços ao produtor variável entre levantamentos; preço baixo do panga local em Santarém	Informação insuficiente	Custo de produção do panga no Brasil; preços ao produtor atuais; custos de contenção e biossegurança

Fonte: elaboração própria. Evidência observada no Pará = observada em contexto paraense específico, sem representar automaticamente o conjunto da pequena aquicultura do estado; extrapolação condicionada = observada fora do Pará em condição semelhante em pelo menos um fator relevante, com diferenças identificadas; informação insuficiente = sem evidência para o fator. O quadro não estabelece limiares.

O Quadro 6 mostra que, para a tilápia como benchmark e para o sistema e a fase de cultivo, a aplicação das vantagens observadas ao contexto-alvo é uma extrapolação condicionada. Em escala e insumos, há extrapolação condicionada apenas para o sistema revestido de pequena escala, sem comparação entre espécies, e informação insuficiente para os demais aspectos. Há evidência observada no Pará apenas para aceitação e canais de mercado, restrita aos contextos estudados. Para o tambaqui como benchmark, para o regime de oxigênio e para preços e custos, a informação é insuficiente.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

4.3 O tambaqui como benchmark sem comparação

Manter o tambaqui como benchmark torna visível a lacuna mais relevante para o Pará e mostra que “alternativa nativa” depende da unidade geográfica: na região Amazônica, a comparação opõe uma introdução intercontinental à espécie local; na Tocantins-Araguaia, onde o tambaqui é tratado como alóctone pela norma federal e é citado entre as não nativas por pescadores, opõe duas espécies não nativas com histórias de introdução distintas. Nas duas situações, a ausência de comparação não indica equivalência nem superioridade de nenhuma espécie.

4.4 Mercado importado e produção local

O contraste entre o filé importado vendido em Belém em 2014 e a produção local de Santarém (*Pangasius* sp., segundo a fonte) uma década depois indica que a demanda por um produto processado e importado não se transfere automaticamente para a produção local de pequena escala, e que o produto importado pode competir em preço com ela. A passagem de um mercado a outro pode depender de processamento, escala e regularidade de fornecimento, preço, cadeia de frio e canal de venda. Essa é uma interpretação do contraste entre fontes, não uma relação causal demonstrada. A dimensão ambiental, mantida em paralelo, não altera essa análise, mas os custos de biossegurança pertencem a ela: se os sistemas admitidos para exóticas exigirem investimento maior, a vantagem econômica possível se reduz.

5. Limitações

A formação do acervo preexistente não foi documentada de forma reprodutível, e a complementação de 2026 foi delimitada, triada por um único executor, em geral pelo título, sem consulta a Scopus, Web of Science ou CAB Abstracts; as exportações das buscas não foram guardadas, e a regra para títulos inconclusivos e o motivo da escolha dos candidatos reavaliados não foram registrados.

Rasheed et al. (2026) apresenta divergências entre resumo, tabelas e discussão e relata médias ajustadas cujo modelo não pode ser verificado sem os dados por gaiola; Heal et al. (2022) estima ganhos e receitas por modelo com ciclos e preços assumidos. Mansour et al. (2021) apresenta inconsistências de relato que não puderam ser esclarecidas, e as taxas de crescimento específico de Mahmud et al. (2016) não são reproduzíveis com os dados publicados. Os estudos com

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

produtores são, em grande parte, estimativas, declarações ou modelos, e os testes de aeração dos benchmarks não tiveram réplica de viveiros. As informações locais de Santarém (Ferreira et al., 2024) referem-se a um cultivo denominado panga e identificado na fonte como *Pangasius* sp., sem diagnóstico taxonômico, voucher ou confirmação molecular no material examinado; elas informam o contexto de cultivo e comercialização, mas não constituem evidência específica de *P. hypophthalmus*.

A atribuição de municípios a regiões hidrográficas não foi feita por procedimento cartográfico reproduzível. A extração, a organização dos dados e a auditoria do manuscrito contaram com apoio de ferramentas de inteligência artificial (seção 2.9), e não houve dupla extração nem avaliação independente por outro avaliador, o que limita o controle de erros de extração e de vieses de seleção e de julgamento.

6. Considerações Finais

A evidência identificada não estabelece vantagem incremental produtiva ou econômica geral de *P. hypophthalmus* sobre a tilápia ou o tambaqui para a aquicultura de pequena escala no Pará. Frente à tilápia, há vantagens observadas no mesmo delineamento: crescimento, produção e conversão alimentar de juvenis em tanques terrestres experimentais, com confiança moderada a limitada, e, em tanques-rede fluviais com correnteza e oxigênio elevado, menor conversão alimentar do panga nas três densidades e maior produção líquida nas duas maiores, com resultado econômico que mudou de direção conforme a densidade, em estudo com divergências internas de relato. Ensaios em policultivo, levantamentos e modelos descrevem resultados dependentes do contexto, inclusive na relação de preços entre as espécies, e não permitem atribuir diferenças à espécie. Nas fontes e buscas examinadas, não se identificou comparação interpretável com o tambaqui.

As alegações de tolerância à hipóxia e de menor dependência de aeração não foram traduzidas em evidência de desempenho: os dados disponíveis descrevem respostas fisiológicas de curta duração em laboratório, sob condições de acesso ao ar distintas, e a necessidade de aeração do panga não foi testada; o ensaio em tanques-rede sem aeração artificial ocorreu em água corrente bem oxigenada e não informa sobre o desempenho em tanques terrestres sujeitos a interrupção de energia.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

A aplicação ao Pará das vantagens observadas é, no máximo, uma extrapolação condicionada, parcial e restrita a fatores e desfechos específicos (Quadro 6): para o tambaqui como benchmark, para o regime de oxigênio e para preços e custos, a informação é insuficiente, e não há base integrada para recomendar ao empreendimento-alvo uma vantagem produtiva ou econômica do panga. Uma base integrada dependeria, como agenda de pesquisa, de ampliar a comparação já feita em tanques terrestres experimentais para a escala produtiva, com manejo pertinente ao contexto, replicação adequada e ciclo até o tamanho comercial; de comparação com o tambaqui; de testes replicados de aeração; e de dados de custos, preços e canais da produção local. Essas conclusões podem mudar com estudos nesses sistemas.

Referências

Acharjee, D. C., et al. "An Analysis of Fish Farming Profitability and Marketing Efficiency of Selected Fish Species in Bangladesh." *Journal of Fisheries and Environment*, vol. 47, no. 3, 2023, pp. 102-115.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). *Regiões hidrográficas: base vetorial, versão 2020*. ANA, 2020, https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/0574947a-2c5b-48d2-96a4-b07c4702bbab. Acesso em 21 out. 2026.

Alves, A. L., et al. *Riscos genéticos da produção de híbridos de peixes nativos*. Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. Documentos 3.

Azad, M. A. K., et al. "Polyculture of Carp, Tilapia and Pangas Using Low Cost Inputs." *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 7, no. 11, 2004, pp. 1918-1926, https://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1918.1926.

Babin, C. H., e B. B. Rees. "Metrics, Scales, and Correlates of Intraspecific Variation in Hypoxia Tolerance in Fishes." *Frontiers in Fish Science*, vol. 3, 2025, artigo 1550222, https://doi.org/10.3389/frish.2025.1550222.

Barbosa, T. R. M., et al. "Tomada de decisão e aceitabilidade do pescado: uma análise sensorial comparativa entre tilápia e panga por consumidores da Amazônia." *Revista de Gestão e Secretariado*, vol. 16, no. 4, 2025, pp. 1-17, https://doi.org/10.7769/gesec.v16i4.4839.

Bergstedt, J. H., et al. "Hypoxia Tolerance and Metabolic Coping Strategies in *Oreochromis niloticus*." *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, vol. 257, 2021, artigo 110956, https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2021.110956.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Biswas, S., e Ramchandra. "Economics and Profitability of Freshwater Fish Production: A Comparative Analysis of Tilapia, Pangasius and Mixed Fish Culture in Kanker District of Chhattisgarh." *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, vol. 10, no. 7, ed. especial, 2026, pp. 406-410, https://doi.org/10.33545/26174693.2026.v10.i7Se.9006.

Brabo, M. F., et al. "Cenário atual da produção de pescado no mundo, no Brasil e no estado do Pará: ênfase na aquicultura." *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, vol. 4, no. 2, 2016, pp. 50-58, https://doi.org/10.2312/ActaFish.2016.4.2.50-58.

Brande, M. R., et al. "Economic and Financial Risks of Commercial Tilapia Cage Culture in a Neotropical Reservoir." *Heliyon*, vol. 9, 2023, artigo e16336, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16336.

Brasil. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa nº 9, de 3 de dezembro de 2012. *Diário Oficial da União*, seção 1, no. 233, 4 dez. 2012, p. 77.

Brasil. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. *Diário Oficial da União*, seção 1, 25 jul. 2006.

Bui, T. M., et al. "Seed Production Practices of Striped Catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta Region, Vietnam." *Aquaculture*, vol. 306, 2010, pp. 92-100, https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.06.016.

Castellanos-Mejía, M. C., et al. "Potential Distribution in Colombia of the Introduced Fish *Pangasianodon hypophthalmus* (Siluriformes: Pangasiidae) and Implications for Endangered Native Fish." *Revista de Biología Tropical*, vol. 69, no. 2, 2021, pp. 573-587, https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.44223.

Castro, D. R. C., et al. "Custo de produção e rentabilidade da criação de tambaqui *Colossoma macropomum* no estado do Pará, Amazônia, Brasil." *Research, Society and Development*, vol. 9, no. 9, 2020, artigo e58996522, https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6522.

Castro Neto, E., et al. "Percepções de piscicultores, atacadistas e consumidores intermediários sobre o mercado paraense do panga (*Pangasius hypophthalmus*, Sauvage, 1878)." *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, vol. 12, no. 22, 2016, pp. 147-162.

Colonnelli, B. L. *Fundamentos socioecológicos, diagnóstico jurídico-institucional e desenho normativo para o cultivo de espécies exóticas e alóctones em aquicultura no Brasil*. 2026. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Tese de Doutorado (Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Conceição, C. L. F. *A produção de panga no Brasil aos olhos da legislação*. 2024. Universidade Federal do Pará, Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Pesca).

Doria, C. R. C., et al. "The Silent Threat of Non-Native Fish in the Amazon: ANNF Database and Review." *Frontiers in Ecology and Evolution*, vol. 9, 2021, artigo 646702, https://doi.org/10.3389/fevo.2021.646702.

Ferreira, C. S. M., et al. "Primeiro registro do cultivo da espécie exótica *Pangasius* sp., o panga, em viveiros escavados no Baixo Amazonas." *Engenharia de Pesca: o avanço da ciência no Brasil*, vol. 3, Científica Digital, 2024, pp. 74-84, https://doi.org/10.37885/240516717.

Garcia, D. A. Z., et al. "From Africa to Brazil: Detection of African *Oreochromis niloticus* Parasites in Brazilian Fish Farms." *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 31, 2019, artigo e202, https://doi.org/10.1590/S2179-975X6218.

Garcia, D. A. Z., et al. "The Same Old Mistakes in Aquaculture: The Newly-Available Striped Catfish *Pangasianodon hypophthalmus* Is on Its Way to Putting Brazilian Freshwater Ecosystems at Risk." *Biodiversity and Conservation*, vol. 27, 2018, pp. 3545-3558, https://doi.org/10.1007/s10531-018-1603-1.

Heal, R., et al. "Understanding the Economic and Farming Practices Driving Species Selection in Aquaculture within the Mymensingh Division of Bangladesh." *Aquaculture International*, vol. 30, no. 2, 2022, pp. 773-789, https://doi.org/10.1007/s10499-021-00818-y.

Innovision Consulting. *A Comprehensive Study on High Value Fish (Tilapia, Pangas and Koi) in Bangladesh*. Innovision Consulting, 2013.

Lefevre, S., et al. "Hypoxia Tolerance and Partitioning of Bimodal Respiration in the Striped Catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*)." *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, vol. 158, 2011, pp. 207-214, https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2010.10.029.

Mahmud, S., et al. "Effect of Probiotic and Sand Filtration Treatments on Water Quality and Growth of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Earthen Ponds of Southern Bangladesh." *Journal of Applied Aquaculture*, vol. 28, no. 3, 2016, pp. 199-212, https://doi.org/10.1080/10454438.2016.1188339.

Mansour, A. T., et al. "The Feasibility of Monoculture and Polyculture of Striped Catfish and Nile Tilapia in Different Proportions and Their Effects on Growth Performance, Productivity, and Financial Revenue." *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 9, no. 6, 2021, artigo 586, https://doi.org/10.3390/jmse9060586.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Muneer, A., e R. B. Pramod Kiran. "Biosecure Semi-Intensive Polyculture of Nile Tilapia and Striped Catfish in Silpaulin Lined Pond: Growth Performances and Economics." *Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, vol. 12, no. 1, 2024, pp. 37-40.

Pará. Decreto nº 3.385, de 5 de outubro de 2023. Regulamenta a Lei Estadual nº 9.665/2022. *Diário Oficial do Estado*, no. 35.568, 6 out. 2023. Vigente segundo o Portal Legislativo da SEMAS, consultado em outubro de 2026.

Rahman, M. T., et al. "Efficiency and Production Environmental Heterogeneity in Aquaculture: A Meta-Frontier DEA Approach." *Aquaculture*, vol. 509, 2019, pp. 140-148, https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.05.002.

Rasheed, A., et al. "Comparative Performance, Physiology, and Economics of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*) at Varying Stocking Densities in Riverine Cage Culture." *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 106, 2026, pp. 1-13, https://doi.org/10.1139/cjas-2025-0106.

Rogers, N. J., et al. "A New Analysis of Hypoxia Tolerance in Fishes Using a Database of Critical Oxygen Level (Pcrit)." *Conservation Physiology*, vol. 4, 2016, artigo cow012, https://doi.org/10.1093/conphys/cow012.

Santos, M. A. A., e F. M. Pelicice. "Sentinels of Environmental Change: Shifts in Fish Diversity through the Lens of Artisanal Fishers." *Neotropical Ichthyology*, vol. 23, no. 1, 2025, artigo e240049, https://doi.org/10.1590/1982-0224-2024-0049.

Silva, L. R. B., et al. "Cenário atual e perspectivas da tilapicultura no estado do Pará frente ao novo marco regulatório da atividade." *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, vol. 56, 2021, pp. 249-274, https://doi.org/10.5380/dma.v56i0.72881.

Singh, A. K., e W. S. Lakra. "Culture of *Pangasianodon hypophthalmus* into India: Impacts and Present Scenario." *Pakistan Journal of Biological Sciences*, vol. 15, no. 1, 2012, pp. 19-26, https://doi.org/10.3923/pjbs.2012.19.26.

Soares, M. G. M., et al. "Adaptations of Fish Species to Oxygen Depletion in a Central Amazonian Floodplain Lake." *Hydrobiologia*, vol. 568, 2006, pp. 353-367, https://doi.org/10.1007/s10750-006-0207-z.

Sousa, R. G. C., et al. "Effects of Mechanical Aeration on Tambaqui Farming (*Colossoma macropomum*) in Excavated Tanks." *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, vol. 5, no. 3, 2017, pp. 113-119, https://doi.org/10.2312/ActaFish.2017.5.3.113-119.

Souza, M. L. R., et al. "Sistemas de aeração e densidades de estocagem na qualidade da água e produção de tilápia do Nilo." *Research, Society and*

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/10/2026 - **Accepted:** 19/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/0hay8524
Pages: 1-35

Development, vol. 10, no. 8, 2021, artigo e48010817238, https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17238.

Tarkan, A. S., et al. "First Application in Turkey of the European Non-Native Species in Aquaculture Risk Analysis Scheme to Evaluate the Farmed Non-Native Fish, Striped Catfish *Pangasianodon hypophthalmus*." *Fisheries Management and Ecology*, vol. 27, no. 2, 2020, pp. 123-131, https://doi.org/10.1111/fme.12387.

Uddin, M. T., et al. "Value Chain of Pangas and Tilapia in Bangladesh." *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, vol. 16, no. 3, 2018, pp. 503-512, https://doi.org/10.3329/jbau.v16i3.39448.

Valderrama, M., et al. "Presencia del pez basa, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) (Siluriformes: Pangasiidae), en la cuenca del río Magdalena, Colombia." *Biota Colombiana*, vol. 17, no. 2, 2016, pp. 98-104, https://doi.org/10.21068/c2016.v17n02a13.

Zaman, B., et al. "Value Chain and Efficiency Analysis of Pangasius and Tilapia Marketing in Selected Areas of Bangladesh." *Discover Agriculture*, vol. 3, 2025, artigo 179, https://doi.org/10.1007/s44279-025-00302-8.

CC BY