



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS AVANÇADO VIGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM AGROEXTRATIVISMO PESQUEIRO E
DESENVOLVIMENTO RURAL

ROSIENE PEREIRA NOGUEIRA

**PRÁTICAS DE TRANSPORTE DO TAMBAQUI PARA
O ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ (PARÁ, BRASIL)**

VIGIA – PARÁ
2024

ROSIENE PEREIRA NOGUEIRA

**PRÁTICAS DE TRANSPORTE DO TAMBAQUI PARA
O ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ (PARÁ, BRASIL)**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) *Campus* Avançado Vigia, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Agroextrativismo Pesqueiro e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Profº Dr. Fabricio Nilo Lima da Silva

VIGIA – PARÁ

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N778p Nogueira, Rosiene Pereira
Práticas de transporte do tambaqui para o arquipélago do
Marajó (Pará, Brasil) / Rosiene Pereira Nogueira - Vigia,
2024.
24 f. il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em
Agroextrativismo Pesqueiro e Desenvolvimento Rural) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará,
Campus Avançado Vigia, 2024.
Orientador: Dr. Fabricio Nilo Lima da Silva

1. Pesca 2. Transporte 3. Tambaqui I. Título.
CDD – 664.94

ROSIENE PEREIRA NOGUEIRA

**PRÁTICAS DE TRANSPORTE DO TAMBAQUI PARA
O ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ (PARÁ, BRASIL)**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) *Campus* Avançado Vigia, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Especialista em Agroextrativismo Pesqueiro e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Profº Dr. Fabricio Nilo Lima da Silva

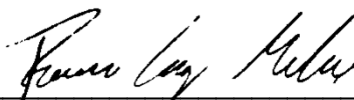
Data da defesa: 09/02/2024



Orientador(a): Profº. Dr. Fabricio Nilo Lima da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
(IFPA), *Campus* Vigia



Avaliador(a): Profº. MSc. Cássio Eduardo Flexa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
(IFPA), *Campus* Vigia



Avaliador(a): Profº. Dr. Raoani Cruz Mendonça
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
(IFPA), *Campus* Breves

VIGIA – PARÁ

2024

RESUMO

O transporte de peixes de corte é uma prática rotineira pelos aquicultores na Amazônia. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes densidades no transporte de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) para o arquipélago do Marajó (Brasil). Três mil juvenis de tambaqui ($2,40 \pm 0,28$ g) foram submetidos a jejum por 24 horas antes do transporte. Os animais foram divididos em doze sacos plásticos, com densidades de 100, 200, 300 e 400 peixes/saco. Todos os tratamentos foram etiquetados, com capacidade de 30 litros e preenchidos com 10 litros de água e gás oxigênio, depois selado. Os peixes foram transportados durante doze horas e os sacos foram abertos somente no destino. Para cada densidade de estocagem foram utilizadas três repetições. Neste estudo, os parâmetros de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e amônia) se mantiveram com características adequadas, sendo semelhante nos diferentes tratamentos. A sobrevivência após e durante o período de 96 horas pós-transporte foi de 100%, independentemente da densidade de estocagem que foram submetidos ao transporte. Observa-se que alguns juvenis voltaram a alimentar-se 48 horas e a maioria 72 horas após a abertura dos sacos, sugerindo a eficiência do transporte realizado em diferentes densidades. Vale destacar que quanto maior a densidade de estocagem, maior o custo com o transporte ao produtor. Em conclusão, o transporte de juvenis de tambaqui pode ser realizado com segurança utilizando diferentes densidades avaliados no presente estudo.

Palavras-chave: peixe onívoro; *Colossoma macropomum*; estocagem; Amazônia.

ABSTRACT

The transport of meat fish is a routine practice by aquaculturists in the Amazon. Thus, the objective of this work was to evaluate different densities in the transport of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) to the Marajó archipelago (Brazil). Three thousand tambaqui juveniles (2.40 ± 0.28 g) were fasted for 24 hours before transport. The animals were divided into twelve plastic bags, with densities of 100, 200, 300 and 400 fish/bag. All treatments were labeled, with a capacity of 30 liters and filled with 10 liters of water and oxygen gas, then sealed. The fish were transported for twelve hours and the bags were only opened at the destination. For each storage density, three replications were used. In this study, water quality parameters (temperature, dissolved oxygen, hydrogen potential and ammonia) maintained adequate characteristics, being similar in the different treatments. Survival after and during the 96-hour post-transport period was 100%, regardless of the stocking density at which they were transported. It was observed that some juveniles resumed feeding 48 hours and the majority 72 hours after opening the bags, suggesting the efficiency of transport carried out at different densities. It is worth noting that the higher the storage density, the higher the transportation cost to the producer. In conclusion, the transport of juvenile tambaqui can be carried out safely using different densities evaluated in the present study.

Key words: omnivorous fish; *Colossoma macropomum*; stocking; Amazon.

SUMÁRIO

RESUMO.....	09
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	16
DISCUSSÃO.....	18
CONCLUSÃO.....	21
AGRADECIMENTOS.....	21
REFERÊNCIAS.....	21

ARTIGO CIENTÍFICO:

**PRÁTICAS DE TRANSPORTE DO TAMBAQUI PARA
O ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ (PARÁ, BRASIL)**

*Artigo redigido para Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, ISSN 1678-4162
(versão on-line), Qualis B1 (Quadriênio 2017-2020) em Interdisciplinar e
Zootecnia/Recursos Pesqueiros.*

PRÁTICAS DE TRANSPORTE DO TAMBAQUI PARA O ARQUIPÉLAGO DO MARAJÓ (PARÁ, BRASIL)

TRANSPORTATION PRACTICES FROM TAMBAQUI TO THE MARAJÓ ARCHIPELAGO (PARÁ, BRAZIL)

Resumo: O transporte de peixes de corte é uma prática rotineira pelos aquicultores na Amazônia. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes densidades no transporte de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) para o arquipélago do Marajó (Brasil). Três mil juvenis de tambaqui ($2,40 \pm 0,28$ g) foram submetidos a jejum por 24 horas antes do transporte. Os animais foram divididos em doze sacos plásticos, com densidades de 100, 200, 300 e 400 peixes/saco. Todos os tratamentos foram etiquetados, com capacidade de 30 litros e preenchidos com 10 litros de água e gás oxigênio, depois selado. Os peixes foram transportados durante doze horas e os sacos foram abertos somente no destino. Para cada densidade de estocagem foram utilizadas três repetições. Neste estudo, os parâmetros de qualidade de água (temperatura, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico e amônia) se mantiveram com características adequadas, sendo semelhante nos diferentes tratamentos. A sobrevivência após e durante o período de 96 horas pós-transporte foi de 100%, independentemente da densidade de estocagem que foram submetidos ao transporte. Observa-se que alguns juvenis voltaram a alimentar-se 48 horas e a maioria 72 horas após a abertura dos sacos, sugerindo a eficiência do transporte realizado em diferentes densidades. Vale destacar que quanto maior a densidade de estocagem, maior o custo com o transporte ao produtor. Em conclusão, o transporte de juvenis de tambaqui pode ser realizado com segurança utilizando diferentes densidades avaliados no presente estudo.

Palavras-chave: peixe onívoro; *Colossoma macropomum*; estocagem; Amazônia.

Abstract: The transport of meat fish is a routine practice by aquaculturists in the Amazon. Thus, the objective of this work was to evaluate different densities in the transport of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) to the Marajó archipelago (Brazil). Three thousand tambaqui juveniles (2.40 ± 0.28 g) were fasted for 24 hours before transport. The animals were divided into twelve plastic bags, with densities of 100, 200, 300 and 400 fish/bag. All treatments were labeled, with a capacity of 30 liters

and filled with 10 liters of water and oxygen gas, then sealed. The fish were transported for twelve hours and the bags were only opened at the destination. For each storage density, three replications were used. In this study, water quality parameters (temperature, dissolved oxygen, hydrogen potential and ammonia) maintained adequate characteristics, being similar in the different treatments. Survival after and during the 96-hour post-transport period was 100%, regardless of the stocking density at which they were transported. It was observed that some juveniles resumed feeding 48 hours and the majority 72 hours after opening the bags, suggesting the efficiency of transport carried out at different densities. It is worth noting that the higher the storage density, the higher the transportation cost to the producer. In conclusion, the transport of juvenile tambaqui can be carried out safely using different densities evaluated in the present study.

Keywords: omnivorous fish; *Colossoma macropomum*; stocking; Amazon.

INTRODUÇÃO

A aquicultura continua a crescer no mundo e no Brasil (PEIXEBR, 2024). Nesta perspectiva, o tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) torna-se importante na cadeia produtiva do pescado para Amazônia. Uma espécie que apresenta rápido crescimento, capacidade de suportar baixos níveis de oxigênio dissolvido na água, fácil adaptação à alimentação artificial (GUIMARÃES; MARTINS, 2015). Nesse contexto, na piscicultura, às práticas de manejo como a captura, classificação, densidade de estocagem e transporte dos peixes, são estressantes e conferem efeitos deletérios aos animais (BARBAS et al., 2016; SILVA et al., 2017; HOSEINI et al., 2019).

Dessa forma, o transporte tem por objetivo a transferência de peixes para outras pisciculturas, sendo inevitável no processo produtivo (SAMPAIO; FREIRE, 2016; XU et al., 2017; MIRGHAED; GHELICHPOUR et al., 2018; PURBOSARI et al., 2019). Nessa atividade, geralmente, são utilizados peixes menores, na fase de pós-larvas, alevinos ou juvenis (CARNEIRO; URBINATI, 2002). Alguns fatores como a captura, a espera, o tempo de deslocamento e o tipo de embalagem, durante e pós-transporte devem ser levados em consideração, uma vez que podem ser prejudiciais ao bem-estar animal (PEDRAZINNE et al., 2007).

Outro ponto relevante é que a densidade de estocagem dos peixes durante a

este procedimento (STIEGLITZ et al., 2012), bem como a alta densidade populacional induz estresse de superlotação e deterioração da qualidade da água (HOSEINI et al., 2019), acarretando mortalidade ao final do trajeto e prejuízos para o aquicultor. Vale destacar que com o aumento da densidade durante o transporte, ocorre o acúmulo de metabólicos como amônia aumeta a mortalidade em diferentes espécies, incluindo o tambaqui (GOMES et al., 2003; PAVLIDIS et al., 2003; SULIKOWSKI et al., 2006).

Geralmente, o transporte de peixe é realizado em sacos plásticos, não apenas pelo baixo custo como também pela sua praticidade (BECKER et al., 2012; MAZANDARANI et al., 2017). Contudo, é necessário atentar para alguns fatores, tais como espessura do plástico e sua dimensão, pois caso não seja apropriado o mesmo poderá ser perfurado devido à pressão exercida durante o seu fechamento (REBOUÇAS; BARBOSA-FILHO, 2011), além da proporção oxigênio/peixe (LIMA et al., 2020).

No arquipélago do Marajó (Estado do Pará, Brasil) existem criações de tambaqui como estratégia de geração de emprego e renda. Essa atividade contribui para o desenvolvimento socioeconômico da região. No município de Breves, por exemplo, todas as pisciculturas trabalham exclusivamente com a engorda de tambaqui. Vale considerar, que não existe larvicultura na região. Portanto, a compra dos peixes na maioria das vezes ocorre entre piscicultores, por não terem condições de adquirir o insumo fora do município. Entretanto, aqueles que adquirem na região nordeste do Pará, em especial nos municípios de Castanhal e Peixe-Boi, compram por acreditarem que os peixes são de boa qualidade. No Pará, o preço do milheiro do peixe varia de acordo com o tamanho do animal e espécie adquirida (BRITO et al., 2017).

Entretanto, o transporte de alevinos para os municípios do Marajó é um dos grandes desafios para o desenvolvimento e sustentabilidade da cadeia da piscicultura local (SILVA et al., 2017). Os aquicultores familiares desconhecem a real densidade de estocagem para desenvolver essa prática de forma segura, o que resulta a morte dos animais. Breves, é um município localizado ao sudoeste do Marajó, com uma extensão territorial de 9.550,474 km² (IBGE, 2010). Situa-se a margem esquerda do rio Parauaú, distante 160 km em linha reta de Belém, tendo como principal forma de acesso o transporte fluvial, com duração média de 6 horas (lancha) ou 12 horas (navio/balsa) e por via aérea em até 45 minutos de duração.

Considerando o significativo crescimento da aquicultura na Amazônia, até o presente momento não há relatos sobre o transporte de peixes (tambaqui) para o Marajó. Assim, faz-se necessário estudos que avaliem o efeito da densidade de estocagem durante o transporte nas respostas de sobrevivência de tambaqui, qualidade da água e custos. Diante disso, torna-se importante determinar a densidade ideal para o transporte da espécie, levando em consideração a especificidade da região e a realidade dos pequenos e médios produtores de peixes.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar diferentes densidades de estocagem e seus efeitos sobre a qualidade de água e mortalidade no transporte de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) para o arquipélago do Marajó (Brasil).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), *Campus Breves e Vigia*.

O arquipélago do Marajó (Figura 1) compreende 16 municípios, os quais compõem as microrregiões de Arari (Cachoeira do Arari, Chaves, Muaná, Ponta de Pedras, Salva Terra, Santa Cruz do Arari e Soure), Furos de Breves (Afuá, Anajás, Breves, Curralinho e São Sebastião da Boa Vista) e Portel (Bagre, Gurupá, Melgaço e Portel). A hidrografia do Marajó é composta por redes de drenagem de canais recentes, como: riachos, bacias, canais, meandros, lagos e riachos, entre os quais se destacam os rios Amazonas, Pará, Anapu, Jacundá e Anajás, com seus numerosos afluentes (SILVA et al., 2017).

O ensaio foi realizado com 3.000 exemplares de tambaqui *Colossoma macropomum* durante a fase juvenil. Os animais apresentaram peso médio $\pm$ desvio padrão de $2,40 \pm 0,28$ gramas, proveniente de piscicultura comercial do município de Peixe Boi (Pará, Brasil). Os peixes passaram por um período de privação alimentar de 24 horas, antes de iniciar o transporte, conforme Hoseini et al. (2019). Os animais foram aleatoriamente capturados e embalados em sacos plásticos de polietileno nas densidades (100, 200, 300 e 400 peixes/saco de 30kg) de estocagem, sendo o padrão utilizado pelos aquicultores locais (Figura 2). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições.

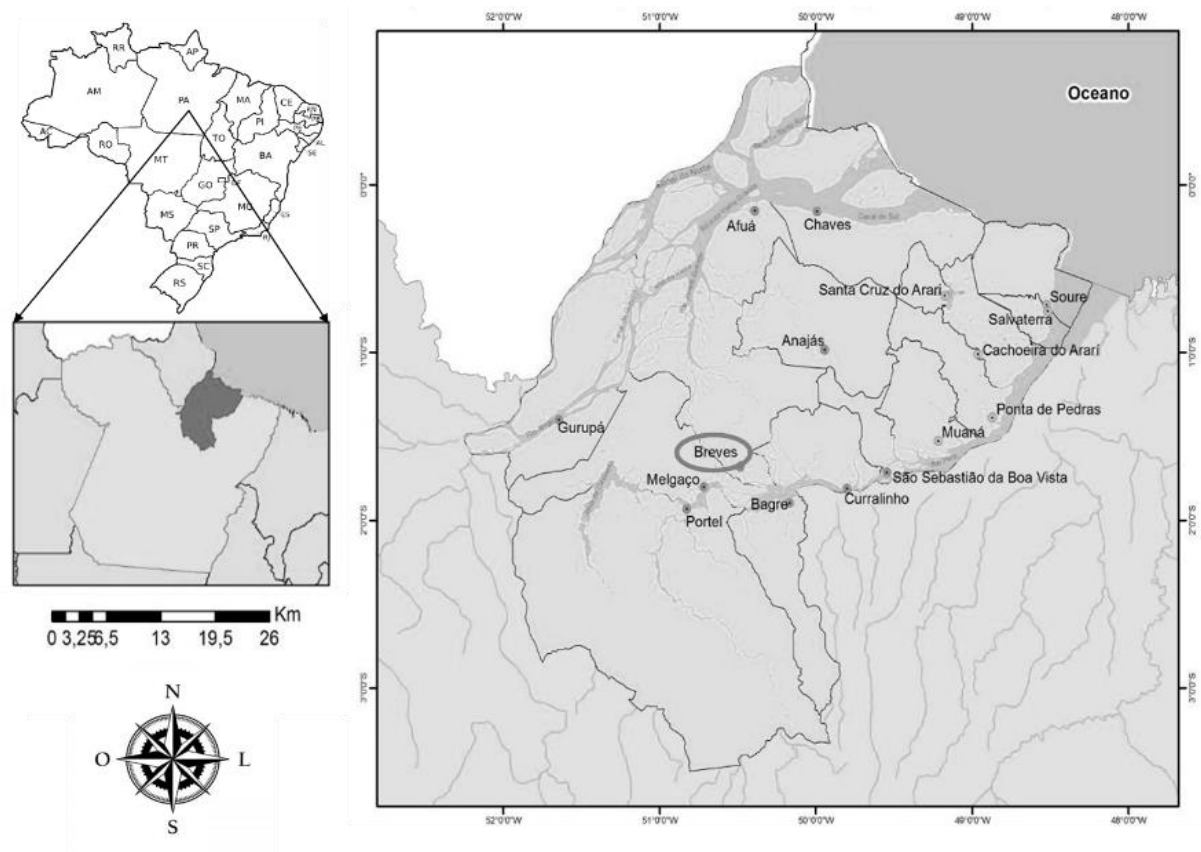


Figura 1. Localização do município de Breves, no Marajó (Pará, Brasil). Fonte: Elaborado pela autora (2024).

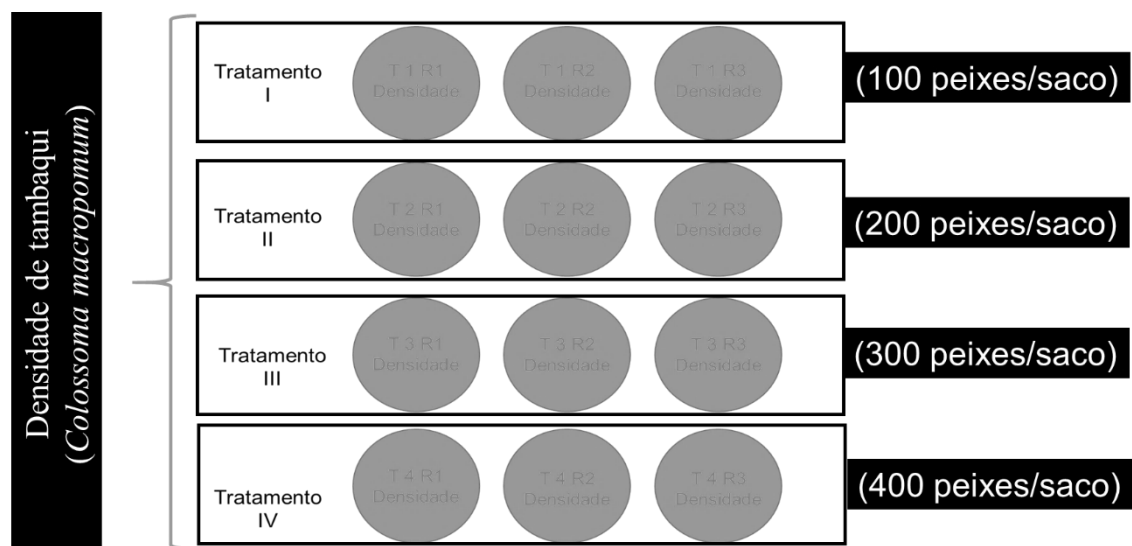


Figura 2. Desenho experimental do transporte de tambaqui para o Marajó (Pará, Brasil). Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para todos os tratamentos, os peixes foram estocados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, com capacidade de 30 litros e preenchidos com 10

litros de água e 70% gás oxigênio. Em seguida, foram amarrados com ligas de borracha, colocados em caixas isotérmicas e levados ao veículo de transporte. A água utilizada foi a mesma para todos os tratamentos, coletada do próprio viveiro de origem dos animais. O gás oxigênio comprimido, frequentemente utilizado na piscicultura comercial, foi um cilindro industrial de 6,2 m³ de volume, contendo o gás.

Os animais foram transportados de carro da piscicultura comercial localizada no município de Peixe Boi-PA, para até o município de Belém com duração média de 2 horas e 38 minutos. Houve a preocupação em manipular os peixes para o transporte, de modo semelhante, ao que é feito pelos aquicultores afim de homogeneizar o manejo igual para todos. O transporte do município de Belém para Breves, foi utilizado um navio para o percurso determinado, em média 12 horas de transporte (Figura 3).

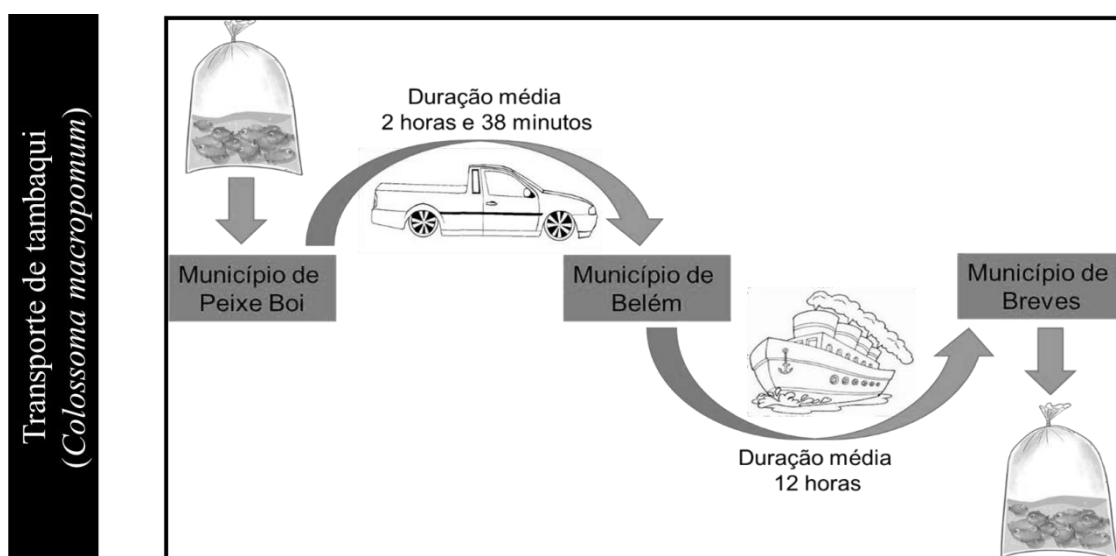


Figura 3. Desenho esquemático do transporte de tambaqui para o Marajó (Pará, Brasil). Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ao chegar no destino, os peixes de cada tratamento, foram retirados do veículo e realizado imediatamente o procedimento de contagem dos animais para verificação da mortalidade. No laboratório de Recursos Naturais (LRN) do IFPA Campus Breves, os animais foram mantidos em caixas de polietileno (250 Litros) devidamente etiquetadas, contendo 200 Litros de água com aeração artificial

constante, para monitoramento pós-transporte durante um período de 96 horas, sendo a sobrevivência observada a cada 24 horas.

Durante todo o experimento, os custos com o combustível, frete do navio e alevino foram determinados (HOSEINI et al., 2019). Os parâmetros de qualidade da água (média $\pm$ DP) foram monitorados antes do início do transporte. O oxigênio dissolvido e a temperatura, foram avaliados por meio de aparelho eletrônico Termômetro/Axiômetro (ICEL Manaus[®] modelo OD-4000). O pH foi aferido por uma caneta multiparâmetro digital. Os níveis de amônia foram determinados por meio de kits colorimétricos (AlfaKit, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil). A figura 4, mostra essa ação realizada.



Figura 4. Imagens de manejo e transporte de tambaqui no Marajó (Pará, Brasil).
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Todos os dados foram avaliados quanto à normalidade dos erros e homocedasticidade das variâncias, por meio dos testes de Levene e Cochran, respectivamente. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e em caso de diferença significativa ($p < 0,05$) foi realizado o Teste de

Tukey para comparações das médias a 5% de probabilidade (SOKAL; ROHLF, 1995).

RESULTADOS

Os resultados da qualidade da água (antes do transporte e pós-transporte), estão apresentados na Tabela 1. A temperatura, o oxigênio dissolvido e o pH, não mostraram diferença ($p>0,05$) entre as densidades utilizadas no início do experimento.

Tabela 1. Qualidade da água (média $\pm$ DP) antes do transporte de tambaqui submetidos a diferentes densidades para o Marajó (Pará, Brasil).

Parâmetro	Tratamentos (antes do transporte)			
	100	200	300	400
	peixes/saco	peixes/saco	peixes/saco	peixes/saco
¹ T (°C)	27,04 $\pm$ 0,01a	27,28 $\pm$ 0,10a	27,17 $\pm$ 0,60a	27,20 $\pm$ 0,02a
² OD (mg.L ⁻¹)	5,71 $\pm$ 0,05a	5,15 $\pm$ 0,01a	5,18 $\pm$ 0,12a	5,31 $\pm$ 0,07a
³ pH	6,49 $\pm$ 0,02a	6,13 $\pm$ 0,12a	6,19 $\pm$ 0,01a	6,53 $\pm$ 0,04a

¹ Temperatura (T); ² Oxigênio dissolvido (OD) e ³ Potencial hidrogeniônico (pH).

Valores médios seguidos por letra diferente, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Neste estudo, observou-se que as densidades de estocagem de tambaqui não afetou a qualidade da água na chegada dos animais ao destino. Novamente, não mostraram diferença ($p>0,05$) entre as densidades utilizadas, para os parâmetros avaliados. O transporte da espécie pode ser realizado com segurança utilizando diferentes densidades avaliadas no presente estudo. Não foi observada mortalidade imediatamente após o transporte em nenhuma densidade avaliada. A sobrevivência durante e após o período de 96 horas foi de 100%, independentemente da densidade que foram submetidos (Tabela 2).

Os resultados do presente trabalho não indicam interação entre os tratamentos e nem diferença significativa entre as variáveis no custo para o transporte: combustível e frete do navio, com exceção da variável alevino, que se observa um aumento em

função da densidade testada (Tabela 3).

Tabela 2. Qualidade da água e sobrevivência (média $\pm$ DP e S%) pós-transporte de tambaqui submetidos a diferentes densidades para o Marajó (Pará, Brasil).

Parâmetro	Tratamentos (pós-transporte)			
	100	200	300	400
	peixes/saco	peixes/saco	peixes/saco	peixes/saco
¹ T (°C)	28,1 $\pm$ 0,22a	28,7 $\pm$ 0,77a	28,0 $\pm$ 0,25a	28,6 $\pm$ 0,58a
² OD (mg.L ⁻¹)	5,5 $\pm$ 0,29a	5,1 $\pm$ 0,08a	5,4 $\pm$ 0,21a	5,2 $\pm$ 0,24a
³ pH	7,0 $\pm$ 0,39a	6,4 $\pm$ 0,00a	6,0 $\pm$ 0,05a	6,6 $\pm$ 0,09a
⁴ AM (mg.L ⁻¹)	0,5 $\pm$ 0,37a	0,2 $\pm$ 0,07a	0,4 $\pm$ 0,19a	0,3 $\pm$ 0,10a
⁵ S (%)	100a	100a	100a	100a

¹ Temperatura (T); ² Oxigênio dissolvido (OD); ³ Potencial hidrogeniônico (pH); ⁴ Amônia (AM) e ⁵ Sobrevivência (S).

Valores médios seguidos por letra diferente, na mesma linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 3. Custo do transporte de tambaqui submetidos a diferentes densidades para o Marajó (Pará, Brasil).

Parâmetro	Tratamentos (custo-transporte)			
	100	200	300	400
	peixes/saco (R\$)	peixes/saco (R\$)	peixes/saco (R\$)	peixes/saco (R\$)
¹ Alevino (Milheiro)	35,00	70,00	105,00	140,00
² Combustível (Litro)	175,66	175,66	175,66	175,66
³ Frete navio (Saco)	20,00	20,00	20,00	20,00
Custo Total	230,66	265,66	300,66	335,66

¹ Milheiro R\$: 350,00 (em 2020); ² Litro R\$: 5,79, sendo 147 km (em 2020, Peixe-Boi

para Belém); ³ Cada três sacos R\$: 20,00 (em 2020, Belém para Breves).

DISCUSSÃO

Devido ao aumento da produção e comercialização de peixes, entre as práticas de manejo que mais cresceram nos últimos anos está o transporte de peixes vivos (MIRGHAED; GHELICHPOUR et al., 2018; PURBOSARI et al., 2019). O transporte é um dos segmentos da logística que é responsável pela movimentação de produtos e insumos de uma região geográfica para outra (SAMPAIO; FREIRE, 2016; XU et al., 2017).

Nesse sentido, o tempo de transporte de peixes vivos é muito variado em função do destino e deslocamento entre as propriedades (CARNEIRO & URBINATI, 2002). Este procedimento deve ser realizado com cuidado para que os animais cheguem às melhores condições fisiológicas possíveis ao destino. Essa dinâmica é considerada traumática e capaz de gerar claras respostas de estresse, quer seja em animais adultos, como em jovens (URBINATI et al., 2004; HARMON 2009; ZHENG et al., 2021).

Ao mesmo tempo, é importante a adequação da densidade de estocagem durante a operação para minimizar os custos envolvidos (BECKER et al., 2012). Em regiões com precariedade no transporte e de difícil acesso, como o Marajó, as metodologias, densidades de estocagens apropriadas para o transporte de peixes ainda é incipiente ou inexistente. Tornando-se fundamental pesquisas sobre esses temas, como uma forma de contribuição para o desenvolvimento e sustentabilidade da cadeia produtiva local.

Deste modo, a garantia de sucesso na prática, seria o ajuste entre a maior densidade de peixes e o menor volume de água possível, sem causa de estresse, deterioração da qualidade da água e mortalidade (GOMES et al., 2003; PAVLIDIS et al., 2003; SULIKOWSKI et al., 2006). Além disso, adequar a densidade de peixes para sistemas de transporte fechados deve considerar devidamente vários fatores, entre eles a própria densidade e os impactos na qualidade de água (BITTENCOURT et al., 2018). A espécie, o peso individual do peixe, o volume de água, o coeficiente de espaço livre, a temperatura, a qualidade da água e a duração do transporte, são fatores determinantes (KAMALAM et al., 2017; BITTENCOURT et al., 2018).

Nesse sentido, a determinação da densidade adequada para o transporte de

peixes é essencial para garantir maiores taxas de sobrevivência dos alevinos, assim como manutenção da qualidade de água de transporte. Embora altas densidades de estocagem no transporte intensifiquem a utilização da água, aumenta o consumo de oxigênio e consequente produção de dióxido de carbono, além de outros parâmetros como pH e $\text{NH}_3\text{-N}$ (HONG et al., 2019).

No presente estudo, observou-se que a densidade de estocagem (100, 200, 300 e 400 peixes/saco) não interferiu na sobrevivência. Com isso, o transporte de tambaqui pode ser realizado com segurança utilizando a maior densidade. Existem pesquisas realizadas com espécies amazônicas, que pode servir de base para otimizar as condições de sobrevivência de peixes transportados em sistema fechado, como: tambaqui, *Colossoma macropomum* (GOMES et al., 2006; SOARES et al., 2009; ANJOS et al., 2011); o matrinxã, *Brycon amazonicus* (URBINATI & CARNEIRO, 2006; ABREU et al., 2008); com o pirarucu, *Arapaima gigas* (BRANDÃO et al., 2008) e bagre amarelo *Pelteobagrus fulvidraco* com densidades de menores que 333 kg/m³ ou 250 kg/m³ (BAI et al., 2024).

A sobrevivência durante e após o período de 96 horas pós-transporte foi de 100%, independentemente da densidade de estocagem que foram submetidos. Semelhantes aos resultados encontrados com diferentes densidades, temperaturas, salinidade e OD, que destacaram, após 24 horas, 99,4% de sobrevivência no transporte de tilápia *Oreochromis niloticus* (LÓPEZ-JIMÉNEZ et al., 2024). Resultados diferentes foram observados por Soares et al., (2009) onde constataram um maior índice de mortalidade de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado nas primeiras 4 horas pós-transporte. Da mesma forma, Anjos et al., (2008) já haviam registrado um maior índice de mortalidade nas primeiras 2 horas pós-transporte de juvenis de curimatã-pacú (*Prochilodus argenteus*) transportados em sistema fechado. Tal fato pode estar relacionado a procedência dos animais experimentais.

Com base na sobrevivência propostas por Gomes et al. (2006), a quantidade de peixes indicada para ser transportada em tempos superiores há 24 horas é de 25 peixes por litro de água. Este é um valor bem reduzido quando comparado com a densidade da pesquisa em questão. Moreira et al. (2015) observaram que a mortalidade de tilápia-do-Nilo oscilou entre 90% e 96% até 96 horas após o transporte, usando as densidades de 4, 7 e 10 peixes por litro de água e uma concentração de eugenol de 15 mg L⁻¹.

Takahashi et al. (2006), utilizando a densidade de 70 peixes por saco, não

encontraram mortalidade após as primeiras 168 horas depois do transporte do pacu (*Piaractus mesopotamicus*). Anjos et al. (2011) testando três diferentes densidades de estocagem (40, 60 e 80 peixes por litro) relataram que a densidade de estocagem de 40 peixes por litro de água foi a mais indicada para o transporte do tambaqui. Esse, apresentou os melhores resultados em relação a mortalidade, nível de amônia e oxigênio dissolvido. Contudo, a duração, a densidade de carga e as mudanças bruscas nos parâmetros físicos e químicos da água são alguns entraves que dificultam a eficiência de tal procedimento (OLIVEIRA et al., 2009).

Na presente pesquisa, não observou-se variação nos parâmetros de qualidade de água após o período experimental. Segundo Kubitza (2009), ao longo do transporte pode-se esperar redução de pH da água, aumento na concentração de gás carbônico, e principalmente, aumento na concentração de amônia total. A diminuição do pH no final do transporte é causada principalmente pela respiração e troca de O₂ por CO₂ e pode afetar o equilíbrio ácido-básico no sangue (TESOUREIRO, 2012). Sendo contrário com os resultados obtidos no referido estudo e por Carvalho et al. (2009), onde não encontraram diferença significativa nos valores de p_H em nenhum dos tempos amostrados durante um transporte de 16 horas, bem como 24 horas pós-transporte de juvenis de tambaqui (26,45±8,01g e 9,44±1,75cm) transportados em sistema fechado.

Os resultados apresentado no parâmetro da qualidade de água (temperatura), foram semelhantes ao apresentado por Silva et al., (2013), onde mantiveram-se dentro da faixa de conforto da espécie que é de 25°C a 30°C. Durante o transporte, a temperatura exerce influência sobre a velocidade do metabolismo dos peixes de tal maneira que, a velocidade do metabolismo aumenta em função da temperatura. Logo, temperaturas mais altas podem provocar um aumento da taxa metabólica nos peixes, implicando em um maior gasto energético para manutenção do seu organismo (BALDISSEROTTO, 2012).

Durante o transporte em sacos plásticos onde o oxigênio é injetado, de início ocorre saturação de oxigênio na água, seguida de diminuição de sua concentração em função da respiração dos peixes (BERKA, 1986). Ao final do transporte de longas distâncias, por exemplo de 12 a 24 horas, o oxigênio pode atingir valores críticos, que em casos extremos levam à morte (GOMES et al., 2003). Neste trabalho, observa-se concentrações de oxigênio ao final do transporte não foram problemáticas para o tambaqui, pois estavam dentro da zona de conforto para a espécie.

Por fim, os achados desse estudo revelam que o custo de transporte aumenta em função da densidade testada. Para tanto, é preciso compreender e mitigar os fatores estressores relacionados ao manuseio e transporte que prejudicam a condição geral dos peixes e podem provocar mortalidade durante e após o procedimento, resultando em perdas financeiras (HOSEINI et al., 2019).

CONCLUSÃO

Estes são os primeiros resultados que mostram a possibilidade de transportar juvenis de tambaqui em sacos plásticos em média 12 horas para o arquipélago do Marajó, sem ter mortalidade e com retorno à alimentação em 84 horas pós-transporte. Assim, o transporte de juvenis de tambaqui pode ser realizado com segurança, sendo que não houve diferença significativas no custo ao utilizar quaisquer densidades avaliados no presente estudo.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Campus Vigia, pela Especialização em Agroextrativismo Pesqueiro e Desenvolvimento Rural.

REFERÊNCIAS

- BAI, C.; QI, X.; WANG, Z.; WANG, J.; QIU, L.; LI, H.; LIAO, T. Effect of density stress on the physiological, biochemical, and immunological parameters of juvenile *Pelteobagrus fulvidraco* during simulated transportation. **Aquaculture Reports**, 34, 101911, 2024.
- BARBAS, L.A.L.; PEREIRA-CARDONA, P.M.; MALTEZ, L.C.; GARCIA, L.O.; MONSERRAT, J.M.; SAMPAIO, L.A. Anaesthesia and transport of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) with tricaine methane-sulphonate: Implications on secondary and oxidative stress responses. **Journal of Applied Ichthyology**, 33(4), 720–730, 2016.
- BECKER, A.G.; PARODI, T.V.; HELDWEIN, C.G.; ZEPPENFELD, C.C.; HEINZMANN, B.M.; BALDISSEROTTO, B. Transportation of silver catfish, *Rhamdia quelen*, in

- water with eugenol and the essential oil of *Lippia alba*. **Fish Physiology and Biochemistry**, 38, 789–796, 2012.
- BITTENCOURT, F.; DAMASCENO, D.Z.; LUI, T.A.; SIGNOR, A.; SANCHES, E.A.; NEU, D.H. Water quality and survival rate of *Rhamdia quelen* fry subjected to simulated transportation at different stock densities and temperatures. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 40 , e37285, 2018
- BRANDÃO, F.R.; GOMES, L.C.; CRESCÊNCIO, R. et al. Uso de sal durante o transporte de juvenis (1kg) de pirarucu (*Arapaima gigas*). *Acta Amaz.*, v.38, p.767-772, 2008.
- BRITO, T.P.; SANTOS, A.T.S.; QUINTAIROS, R.R.D.; COSTA, L.C.O. Aspectos tecnológicos da piscicultura do município de Capitão Poço, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, 7, 17-25, 2017.
- CARNEIRO, P., URBINATI, E.C. Transport stress in matrinxã, *Brycon cephalus* (Teleostei: Characidae), at different densities. **Aquaculture International**, 10, 221–229, 2002.
- GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; BRINN, R.P. et al. Use of salt transportation of air breathing pirarucu juveniles (*Arapaima gigas*) in plastic bags. *Aquaculture*, v.256, p.521-528, 2006.
- GOMES, L.C.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C.A.; CHIPPARI-GOMES, A.R.; LOPES, N.P.; URBINATI, E.C. Effect of fish density during transportation on stress and mortality of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 34, 76–84, 2003.
- GUIMARÃES I.G.; MARTINS G.P. Nutritional requirement of two Amazonian aquacultured fish species, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) and *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818): a mini review. **Journal of Applied Ichthyology**, 31, 57-66, 2015.
- HARMON, T.S. 2009. Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: a review of the basics. **Reviews in Aquaculture**, 1: 58–66.
- HONG, J.; CHEN, X.; LIU, S.; FU, Z.; HAN, M.; WANG, Y.; MA, Z. (2019). Impact of fish density on water quality and physiological response of golden pompano (*Trachinotus ovatus*) fingerlings during transportation. **Aquaculture**, 507, 260-265, 2019b.
- HOSEINI, S.M.; YOUSEFI, M.; HOSEINIFAR, S.H.; DOAN, H.V. Cytokines' gene

- expression, humoral immune and biochemical responses of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) to transportation density and recovery in brackish water. **Aquaculture**, 504, 13–21, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em. <http://www.ibge.gov.br/home/>.
- LIMA, A.F.; OLIVEIRA, H.J.B.D.; PEREIRA, A.S.; SAKAMOTO, S.S. Efeito da densidade de transporte de alevinos e juvenis de pirarucu sobre a qualidade da água e parâmetros fisiológicos. **Acta Amazonica**, 50, 223-231, 2020.
- LÓPEZ-JIMÉNEZ, D.; ESPINOSA-CHAURAND, L. D.; MAEDA-MARTÍNEZ, A. N.; PERAZA-GÓMEZ, V. Combined effect of temperature, salinity and dissolved oxygen on the survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry during transportation, at different densities and durations. **Aquaculture**, 580, 740283. 2024.
- MAZANDARANI, M.; HOSEINI, S.M.; DEHGHANI GHOMSHANI, M. Effects of linalool on physiological responses of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) and water physico- chemical parameters during transportation. **Aquaculture Research**, (12), 5775– 5781, 2017.
- MIRGHAED, A.T.; GHELICHPOUR, M. Effects of anesthesia and salt treatment on stress responses, and immunological and hydromineral characteristics of common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) subjected to transportation. **Aquaculture**, 2018.
- PAVLIDIS, M.; ANGELLOTTI, L.; PAPANDROULAKIS, N.; DIVANACH, P. Evaluation of transportation procedures on water quality and fry performance in red porgy (*Pagrus pagrus*) fry. **Aquaculture**, 218, 187–202, 2003.
- PEDRAZINNE, A.F.; MOLENTO, C.F.M.; CARNEIRO, P.C.F.; CASTILHO, M.F. Senciência e bem- estar de peixes: Uma visão de futuro do mercado consumidor. **Panorama da Aquicultura**: Rio de Janeiro-RJ. p.24-29. 2007.
- PEIXE BR. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2023. São Paulo, SP: Associação Brasileira de Piscicultura, 2024.
- PURBOSARIA, N.; WARSIKIC, E.; SYAMSUC, K.; SANTOSOD, J. Natural versus synthetic anesthetic for transport of live fish: A review. **Aquaculture and Fisheries**, 2019.
- REBOUÇAS, P.M.; BARBOSA-FILHO, A.D. **Importância da ambiência no transporte de alevinos de tilápia**. Coluna “Construções Rurais e Ambiência”

- Universidade Federal do Ceará- UFC, 2011, 3p. Disponível em <http://www.diadecampo.com.br>. acesso em: 16 de janeiro de 2014.
- SAMPAIO, F.D.F.; FREIRE, C.A. An overview of stress physiology of fish transport: changes in water quality as a function of transport duration. **Fish and Fisheries**, 17, 1055– 1072, 2016.
- SILVA, F.N.L.; OLIVEIRA, L.C.; MANGAS, T.P.; SANTOS, A.S.; SILVA, F.R.; SANTOS, R.A. Cenário atual da atividade aquícola familiar em comunidades no município de Breves, Ilha do Marajó, Pará, Brasil. **Universidade de Marília Ciências**, v.26, p.1-13, 2017.
- SILVA, H.N.P.; SOUSA, E.M.O.; MAIA, J.L.S.; PINHEIRO, M.T.L.; LAMEIRÃO, S.V.O.C.; MOURÃO, R.H.V.; MAIA, J.G.S.; BALDISSEROTTO, B.; SILVA, L.V.F. *Lippia alba* (Verbenaceae) hydrolate as sedative of tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles in simulated transport conditions. **Aquaculture Research**, 49(1), 128–134, 2017.
- SOKAL R.; ROHLF J. Biometry, the principles and practice of statistics in biological research. W H Freeman, New York, 1995.
- STIEGLITZ, J.D.; BENETTI, D.D.; SERAFY, J.E. Optimizing transport of juvenile coho (*Oncorhynchus kisutch*): effects of salinity and shipping biomass. **Aquaculture**, 364, 293–297, 2012.
- SULIKOWSKI, J.A.; FAIRCHILD, E.A.; RENNELS, N.; HUNTING HOWELL, W.; TSANG, P.C. The effects of transport density on cortisol levels in juvenile winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*. **Journal of the World Aquaculture Society**. 37, 107–112, 2006.
- XU, M.; JI, B.; ZOU, J.; LONG, X. Experimental investigation on the transport of different fish species in a jet fish pump. **Aquacultural Engineering**, 79, 42–48, 2017.