



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS



**O EFEITO DA RELAÇÃO ÁGUA:OXIGÊNIO, DA
DENSIDADE E DA DURAÇÃO DO TEMPO DE
TRANSPORTE EM SISTEMA FECHADO SOBRE A
MORTALIDADE DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*COLOSSOMA MACROPOMUM* CUVIER, 1818)**

DIEGO MORGADO DE CAMPOS

MANAUS - AM
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
PESQUEIRAS NOS TRÓPICOS



DIEGO MORGADO DE CAMPOS

**O EFEITO DA RELAÇÃO ÁGUA:OXIGÊNIO, DA
DENSIDADE E DA DURAÇÃO DO TEMPO DE
TRANSPORTE EM SISTEMA FECHADO SOBRE A
MORTALIDADE DE JUVENIS DE TAMBAQUI
(*COLOSSOMA MACROPOMUM* CUVIER, 1818)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Pesqueiras, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Adan Sagratzki Caveró

MANAUS - AM
2013

Ficha Catalográfica

(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

C198e Campos, Diego Morgado de
O efeito da relação água:oxigênio, da densidade e da duração do tempo de transporte em sistema fechado sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) / Diego Morgado de Campos. – Manaus, 2013.
69f.; il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras) — Universidade Federal do Amazonas.
Orientador: Prof. Dr. Bruno Adan Sagratzki Cavero

1. Peixe de água doce 2. Tambaqui 3. Tanques-rede 4. Viveiros I. Cavero, Bruno Adan Sagratzki (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU (2007) 639.33(043.3)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e saúde concedida para o desenvolvimento e finalização desta dissertação.

Aos meus pais, João Mendes de Campos e Helena Guimarães Morgado de Campos, e a minha irmã, Dreissy Helen Morgado de Campos, pelo apoio e incentivo desde o início desta jornada.

A minha esposa, Keytte Anne Botelho Morgado, pela dedicação e carinho ao longo de todo o mestrado. Love you forever and ever minha preta!

Ao meu orientador Dr. Bruno Adana Sagratzki Caverio pela compreensão e acompanhamento em todos os momentos necessários.

Aos meus colegas de turma, Marcelo Pontes e Marcelo Cantizani, pela ajuda e companheirismo durante o desenvolvimento da experimentação.

A Ecology Pescados pela disponibilização de toda infraestrutura necessária para realização dos experimentos desenvolvidos nesta dissertação.

A CAPES pela concessão das bolsas de estudos.

RESUMO

A mortalidade de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) no final e depois do transporte pode comprometer a produtividade do cultivo. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo testar a relação água:oxigênio, a densidade e a duração do tempo de transporte de juvenis de tambaqui em sistema fechado. No primeiro experimento, os juvenis foram transportados durante 6 horas com densidades de 67, 50, 40 e 33 peixes/L, onde foram testadas diferentes proporções da relação água:oxigênio nos sacos de transporte, a saber: 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1. No segundo experimento, os juvenis foram transportados durante 6 horas na proporção de 1:3 da relação água:oxigênio, onde foram testadas densidades de 67, 87, 107 e 133 peixes/L. No terceiro experimento, os juvenis foram transportados na proporção de 1:3 da relação água:oxigênio e na densidade de 133 peixes/L, onde foram testados os tempos de 6h, 12h, 18h e 24h de transporte. Em todos os experimentos a mortalidade foi avaliada no final (abertura dos sacos) e depois do transporte em tanques-rede durante os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h, bem como a qualidade da água. A relação água:oxigênio, a densidade e a duração do tempo de transporte não tiveram relação significativa com a mortalidade no final e até 30 horas depois do transporte. A condição biótica e/ou abiótica dos viveiros foi um fator limitante para a mortalidade de juvenis de tambaqui após o transporte. Os parâmetros de qualidade da água permaneceram dentro dos limites aceitáveis para a manutenção e desenvolvimento da espécie no final e até 30 horas depois do transporte. De maneira que, a relação água:oxigênio, a densidade e a duração do tempo de transporte não influíram na mortalidade de juvenis de tambaqui no final e até 30 horas depois do transporte, e sim a condição dos viveiros onde os peixes foram mantidos após o transporte.

Palavras chave: *Colossoma macropomum*, aquicultura, tanques-rede, viveiros, qualidade da água;

ABSTRACT

Juveniles mortality of tambaqui at the end and after transportation can cause damages to producer and consequently compromising the productivity of the culture. Thus, the present study had the objective to test the water:oxyggen ratio, density and duration of transport of tambaqui closed system. In the first experiment, the juveniles were transported for 6 hours with densities of 67, 50, 40 and 33 fish/L, which tested different proportions of water:oxyggen ratio in the transportation bags , namely, 1:3 , 1:2 , 1:1.4 and 1:1. In the second experiment, the juveniles were transported for 6 hours at a proportion 1:3 of the water:oxyggen ratio, which tested the densities of 67, 87, 107 and 133 fish/L. In the third experiment, the juveniles were transported at a proportion 1:3 of water:oxyggen ratio and density of 133 fish/L, which were tested the time of 6h , 12h , 18h and 24h of transportation. In all experiments, mortality was evaluated at the end (opening the bags) and after transportation, in floating cages, during intervals of 6h, 12h, 18h, 24h and 30h, as well as the quality of water. The ratio water:oxyggen, density and time of transportation had no significant relation with mortality at the end and until to 30 hours after transportation. The condition biotic and/or abiotic of ponds was a limiting factor for mortality of tambaqui after transportation. The water quality parameters remained within acceptable limits for the maintenance and development of the specie at the end and until to 30 hours after transportation. So that the ratio water:oxyggen, density and time of transportation did not influence the mortality of tambaqui at the end and until to 30 hours after transportation, but the condition of the ponds, where fish were kept after transportation, yes.

Keywords: *Colossoma macropomum*, aquiculture, floating cages, ponds, water quality;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplar de tambaqui adulto (<i>Colossoma macropomum</i>).....	8
Figura 2. Produção aquícola (t) da tilápia, da carpa e do tambaqui em 2010.....	11
Figura 3. Produção aquícola continental (t) dos estados da região Norte em 2010	12
Figura 4. Municípios com maior participação na produção aquícola do Estado do Amazonas em 2010	13
Figura 5. Foto de sacos plásticos utilizados no transporte de peixes vivos.....	15
Figura 6. Etapas seguidas durante o transporte de peixes em sistema fechado..	16
Figura 7. Caixa utilizada para o transporte de peixes vivos em sistema aberto ...	17
Figura 8. Veículo adaptado com caixas para o transporte de peixes vivos	17
Figura 9. Mecanismo de excreção da amônia em relação ao pH da água e do sangue.....	21
Figura 10. Percentual de íons livres de CO ₂ e NH ₃ em relação ao pH.....	22
Figura 11. Efeito do pH ácido sobre os sistemas de transporte de íons nas brânquias.....	23
Figura 12. Área de estudo	25
Figura 13. Delineamento experimental	26
Figura 14. Viveiros semi-escavados.....	27
Figura 15. Unidades experimentais	28
Figura 16. Exemplar de juvenil de tambaqui.....	29
Figura 17. Equipamentos.....	30
Figura 18. Abrigo (simulação).....	32
Figura 19. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado com relação água:oxigênio nas proporções de 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1, após 30 horas.....	37
Figura 20. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte.....	39

Figura 21. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado com diferentes densidades, após 30 horas.....	45
Figura 22. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui transportados com diferentes densidades em sistema fechado até 30 horas depois do transporte	47
Figura 23. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante 6h, 12h, 18h e 24h, após 30 horas em tanques-rede	53
Figura 24. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante diferentes tempos de transporte, até 30 horas depois do final do transporte.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos e instrumentos utilizados durante a realização dos experimentos.....	34
Tabela 2. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado com relação água:oxigênio nas proporções de 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1, após 30 horas	36
Tabela 3. Análise de variância em blocos casualizados entre o log da mortalidade dos juvenis de tambaqui e os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte	38
Tabela 4. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do transporte de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções água:oxigênio.....	40
Tabela 5. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h após o transporte de juvenis de tambaqui	41
Tabela 6. Parâmetros de qualidade da água aferidos por bloco até 30 horas depois do transporte.....	42
Tabela 7. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado com diferentes densidades, no final do transporte.....	43
Tabela 8. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado com diferentes densidades, após 30 horas	44
Tabela 9. Análise de variância em blocos casualizados entre o log da mortalidade dos juvenis de tambaqui e os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte	46
Tabela 10. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do transporte de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes densidades	48
Tabela 11. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte de juvenis de tambaqui com diferentes densidades	49

Tabela 12. Parâmetros de qualidade da água médidos entre os blocos utilizados durante o experimento.....	50
Tabela 13. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante 6h, 12h, 18h e 24h	51
Tabela 14. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante diferentes tempos de transporte, após 30 horas.....	52
Tabela 15. Análise de variância em blocos casualizados entre o log da mortalidade dos juvenis de tambaqui em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte	54
Tabela 16. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do transporte de juvenis de tambaqui transportados durante diferentes tempos de transporte	57
Tabela 17. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes tempos de transporte.....	58
Tabela 18. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte de juvenis de tambaqui entre os blocos utilizados durante o experimento.....	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	5
2.	OBJETIVOS	7
2.1.	Objetivo geral.....	7
2.2.	Objetivos específicos.....	7
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3.1.	Generalidades sobre a espécie	8
3.2.	Aspectos ecológicos da espécie.....	9
3.3.	Características zootécnicas da espécie	9
3.4.	Panorama aquícola continental brasileiro.....	10
3.5.	Transporte de peixes vivos.....	13
3.5.1.	Sistemas de transporte de peixes vivos.....	13
3.5.1.1.	Sistema fechado	14
3.5.1.2.	Sistema aberto	16
3.5.2.	Uso de inibidores de estresse em peixes durante o transporte.....	18
3.5.3.	Qualidade da água.....	18
3.5.3.1.	Temperatura	19
3.5.3.2.	Oxigênio	19
3.5.3.3.	pH.....	20
3.5.3.4.	CO ₂	20
3.5.3.5.	NH ₃	21
3.5.3.6.	Interação das variáveis pH, Dióxido de Carbono e Amônia.....	22
3.5.4.	Densidade e duração do transporte.....	24
3.5.5.	Taxa de respiração da espécie transportada	24
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
4.1.	Área de estudo.....	25
4.2.	Delineamento experimental	26
4.3.	Descrição das unidades experimentais.....	27
4.4.	Animais experimentais.....	28
4.5.	Protocolo experimental.....	30
4.5.1.	Experimento 1 – Efeito da relação água:oxigênio	30

4.5.2.	Experimento 2 – Efeito da densidade de transporte.....	32
4.5.3.	Experimento 3 – Efeito da duração do tempo de transporte	33
4.6.	Qualidade de água.....	34
4.7.	Análises estatísticas	34
5.	HIPÓTESES	35
5.1.	Experimento 1 – Efeito da relação água:oxigênio	35
5.2.	Experimento 2 – Efeito da densidade de transporte.....	35
5.3.	Experimento 3 – Efeito da duração do tempo de transporte	35
6.	RESULTADOS	36
6.1.	Experimento 1 – Efeito da relação água:oxigênio	36
6.1.1.	Mortalidade.....	36
6.1.2.	Qualidade da água.....	39
6.2.	Experimento 2 – Efeito da densidade de transporte.....	43
6.2.1.	Mortalidade.....	43
6.2.2.	Qualidade da água.....	47
6.3.	Experimento 3 – Efeito da duração do tempo de transporte	51
6.3.1.	Mortalidade.....	51
6.3.2.	Qualidade da água.....	56
7.	CONCLUSÕES	60
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é o segmento da produção alimentícia nacional que mais tem crescido nos últimos anos (Oliveira *et al.*, 2009). Segundo dados do Brasil (2010), a produção nacional em 2010 foi de 479.399 toneladas, obtendo um incremento de 31,2% em comparação ao triênio 2008-2010.

Assim como outras atividades rurais, a aquicultura possui vários segmentos inseridos em seu contexto. Destaca-se aqui a piscicultura, mais especificamente a continental, como a atividade zootécnica que mais tem contribuído para o incremento da produção nacional, principalmente no estado do Amazonas, maior produtor da região Norte, responsável por mais de 28 % da produção regional (Brasil, 2010).

Dentre todas as espécies cultivadas nesta modalidade, o tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), é a terceira espécie mais cultivada do país, e isso se dá principalmente devido sua fácil adaptação a ambientes de cultivo. Outro fator importante é a consolidação de sua cadeia produtiva, uma vez que esta espécie já possui uma boa aceitação no mercado (Arbeláez-Rojas *et al.*, 2002; Parente *et al.*, 2003; Nunes *et al.*, 2006).

O crescimento da aquicultura continental tem gerado uma maior intensificação dos sistemas de criação, bem como de suas práticas de manejo entre estas a densidade, o manuseio e o transporte (Brandão *et al.*, 2006).

O transporte é uma operação obrigatória, e de alto risco, empregada durante o manejo de peixes cultivados, uma vez que envolve organismos vivos de alto valor em seu processo. Quando mal planejado e executado, o transporte pode gerar grandes prejuízos ao produtor, tendo em vista a mortalidade observada com frequência durante e após a operação (Kubitza, 1997; Ostrensky & Boerger, 1998).

O sucesso do transporte se dá quando se consegue uma relação ideal entre a maior densidade de peixes e o menor volume de água, obtendo assim peixes com melhor condição fisiológica na chegada, sem prejuízo ao comprador (Cavero *et al.*, 2004; Grottum *et al.*, 1997; Wedemeyer, 1996). Contudo, existem outros fatores

que devem ser levados em consideração para se alcançar tal êxito, tais como: sistema de transporte, espécie transportada, qualidade da água, tamanho e densidade dos peixes, tempo de duração, e etc (Kubitza, 1998).

Existem dois sistemas básicos para o transporte de peixes vivos, são eles: o fechado – onde os peixes são transportados em sacos plásticos inflados com o oxigênio antes do transporte; e o aberto – onde os peixes são transportados em caixas com suprimento de oxigênio durante todo o transporte. A escolha de um ou outro depende basicamente do tamanho, peso e densidade dos peixes a serem transportados bem como da duração do mesmo. De tal maneira que o sistema fechado é mais utilizado no transporte de peixes menores (juvenis) em maiores densidades, já o aberto pra peixes maiores (adultos) em menores densidades (Berka, 1986; Swann, 1992; Gomes, 2003b).

A submissão de peixes a um período adequado de jejum, entre 16 e 24 horas antes do transporte, é um fator que também influencia na sobrevivência dos animais. O período de depuração visa o esvaziamento do trato gastrintestinal dos peixes, diminuindo/anulando a excreção de fezes na água de transporte. O material fecal favorece o acúmulo de metabólitos tóxicos como a amônia e o CO₂ na água, prejudicando assim a sua qualidade durante o transporte (Gomes, 2003b; Baldisserotto & Gomes, 2010).

O transporte, assim como outras etapas do manejo de peixes cultivados, envolve custos, principalmente na aquisição dos juvenis. De tal forma que prejuízos gerados pela mortalidade de juvenis durante o transporte podem comprometer a produtividade do cultivo (Baldisserotto & Gomes, 2010). Portanto, é necessário a implementação de procedimentos capazes de proporcionar uma menor mortalidade dos peixes durante e após o transporte.

Sendo assim este trabalho visa avaliar o efeito da relação água:oxigênio, da densidade e do tempo de duração do transporte em sistema fechado sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da relação água:oxigênio, da densidade e do tempo de duração do transporte em sistema fechado sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*).

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o efeito da relação água:oxigênio sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) no final e depois do transporte em sistema fechado.
- Avaliar o efeito da densidade sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) no final e depois transporte em sistema fechado.
- Avaliar o efeito da duração do tempo de transporte sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) no final e depois do transporte em sistema fechado.
- Analisar os parâmetros de qualidade da água no final e depois do transporte em sistema fechado.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Generalidades sobre a espécie

O tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) (figura 1) é uma espécie de peixe pertencente à classe Osteichthyes, subclasse Actinopterygii, da ordem Characiformes, família Serrasalminae (Ferreira *et al.*, 1998). De acordo com Ringuelet *et al.*, (1967) e Magoleccia (1970) a espécie é originária da América do Sul, mais especificamente das bacias do Rio Amazonas (Brasil) e Orinoco (Venezuela). Trata-se de uma espécie tropical considerada por vários autores como o segundo maior peixe de escamas da América do Sul (Fishbase, 2010)



Figura 1. Exemplar de tambaqui adulto (*Colossoma macropomum*).

3.2. Aspectos ecológicos da espécie

As espécies de peixes amazônicos evoluíram ao longo da respectiva história natural de forma a tolerar muitos fatores adversos à sua sobrevivência, destacando-se as condições de temperaturas altas, ambientes aquáticos com excessiva quantidade de matéria orgânica e frequentemente hipóxicos (Goulding, 1980).

O tambaqui possui uma capacidade de resistir, temporariamente, a baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água, devido a uma adaptação morfológica caracterizada pela grande densidade de capilares no lábio inferior do animal, que proporciona a captação de oxigênio nas camadas mais superficiais da coluna d'água (Almeida-Val & Val, 1995).

Esta espécie, quando jovem permanece em lagos de várzea de planícies alagadas devido principalmente a abundância de alimentos como zooplâncton, frutos e sementes proporcionando-lhe assim crescimento e desenvolvimento (Honda, 1974; Goulding & Carvalho, 1982; Silva, 1997).

Em épocas de reprodução, o tambaqui migra para o canal principal do rio, sendo essa migração o fator estimulador da maturação final e a liberação dos gametas (Costa, 1998; Villacorta-Corrêa, 1997; Zaniboni-Filho & Nuñez, 2004).

3.3. Características zootécnicas da espécie

Segundo Silva *et al.* (1997) o tambaqui é uma espécie onívora com capacidade de digerir alimentos de fonte proteica animal e vegetal. Em cativeiro, tal capacidade reflete na alimentação da espécie, permitindo assim a suplementação da dieta artificial (ração) com ingredientes de origem vegetal, bem como a alternância nos níveis de substituição e fontes proteicas da sua dieta (Baldisserotto & Gomes, 2010; Nunes *et al.*, 2006).

Atualmente o percentual de proteína utilizada em rações para tambaqui varia entre 18 e 28% PB (proteína bruta), onde 50% são de origem animal e 50% de

origem vegetal, com teor calórico de 12 a 17 kJ/g (53 – 67 kJ/g de proteína) (Baldisserotto & Gomes, 2010).

Segundo Santos (2010), o tambaqui *C. macropomum* forma uma população pan-mítica que devido suas altas taxas de migrações entre localidades, possui um intenso fluxo gênico ao longo da Bacia Amazônica. De acordo com Aguiar (2012), as altas taxas de fertilidade e de crescimento, bem como a rusticidade da espécie são efeitos resultantes dos altos níveis de variabilidade genética da espécie.

A desova de *C. macropomum* em cativeiro, bem como de outras espécies reofílicas, é realizada por meio da utilização do extrato bruto da hipófise de peixes maduros. Esta técnica, denominada hipofisação, continua sendo a mais utilizada para a indução hormonal da maturação final dos peixes migradores brasileiros (Zaniboni-Filho & Nuñez, 2004).

3.4. Panorama aquícola continental brasileiro

A aquicultura continental brasileira alcançou uma marca de mais de 394 mil toneladas no ano de 2010. Dentre todas as espécies cultivadas e produzidas no país destaca-se a produção de espécies nativas como o tambaqui, cuja produção, em 2010, foi da ordem de mais de 54 mil toneladas, tornando-se assim a espécie nativa mais produzida no país, perdendo somente para espécies exóticas como a tilápia (*Oreochromis niloticus*) e a carpa (*Cyprinus carpio*) (figura 2) (Brasil, 2010).

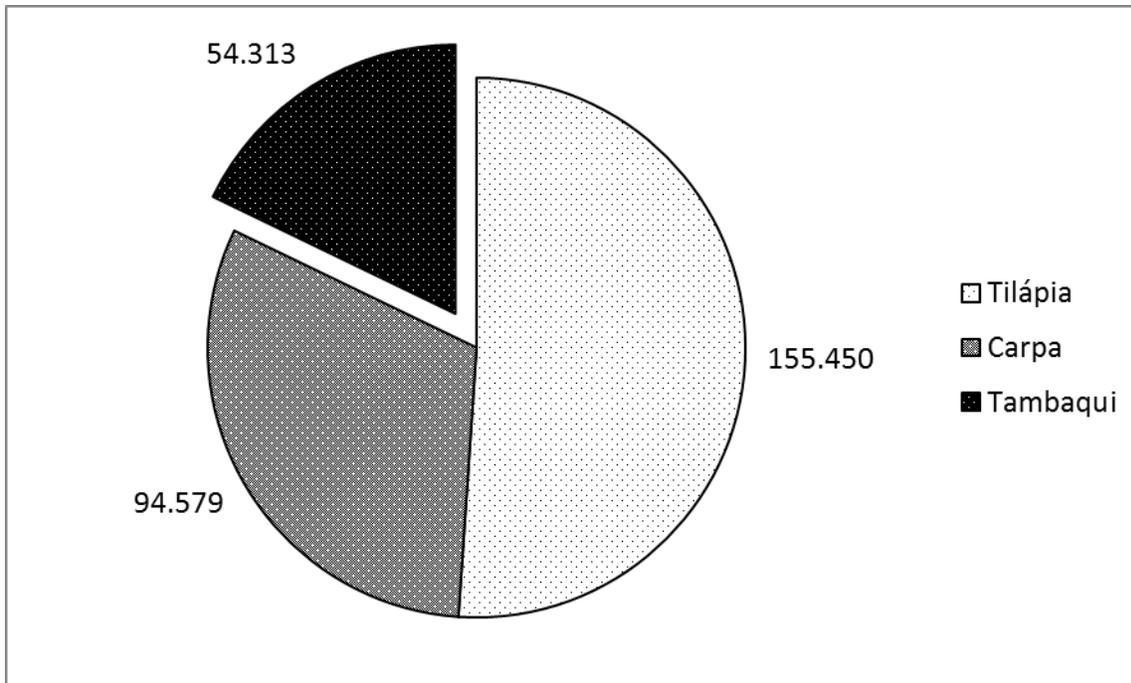


Figura 2. Produção aquícola (t) da tilápia, da carpa e do tambaqui em 2010 (Brasil, 2010).

Na região norte do país o tambaqui representa o principal produto oriundo da piscicultura. Sua carne possui um sabor diferenciado, bem aproveitado na culinária local, corroborando assim para sua grande aceitação no mercado consumidor (Crescêncio, 2005).

Segundo dados de Brasil (2010), a região norte do país atingiu uma produção aquícola de 41.581 toneladas no ano de 2010. O estado do Amazonas, maior produtor da região, foi responsável por mais de $\frac{1}{4}$ desta produção (figura 3), com mais de 10.000 toneladas produzidas, seguido por Rondônia (9490,6 t) Tocantins (6977,5 t) Pará (4286,4 t) Acre (4108,7 t) Roraima (4067,9 t) e Amapá (757,8 t) (figura 3).

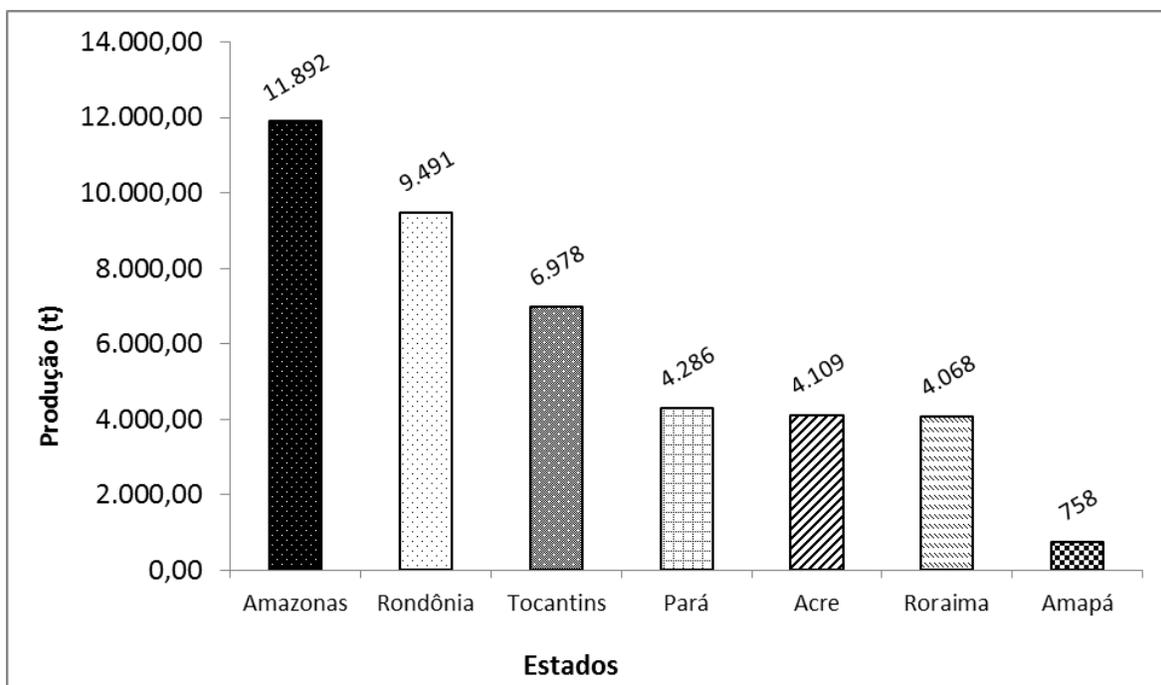


Figura 3. Produção aquícola continental (t) dos estados da região Norte em 2010.

De acordo com dados da AMAZONAS (2010), os municípios com maior participação na produção aquícola do estado do Amazonas, em 2010, foram: Rio Preto da Eva (4773,4 t); Manaus (1409,6 t); Itacoatiara (963,2 t); Iranduba (815,5 t); e Manacapuru (550,0 t) (figura 4).

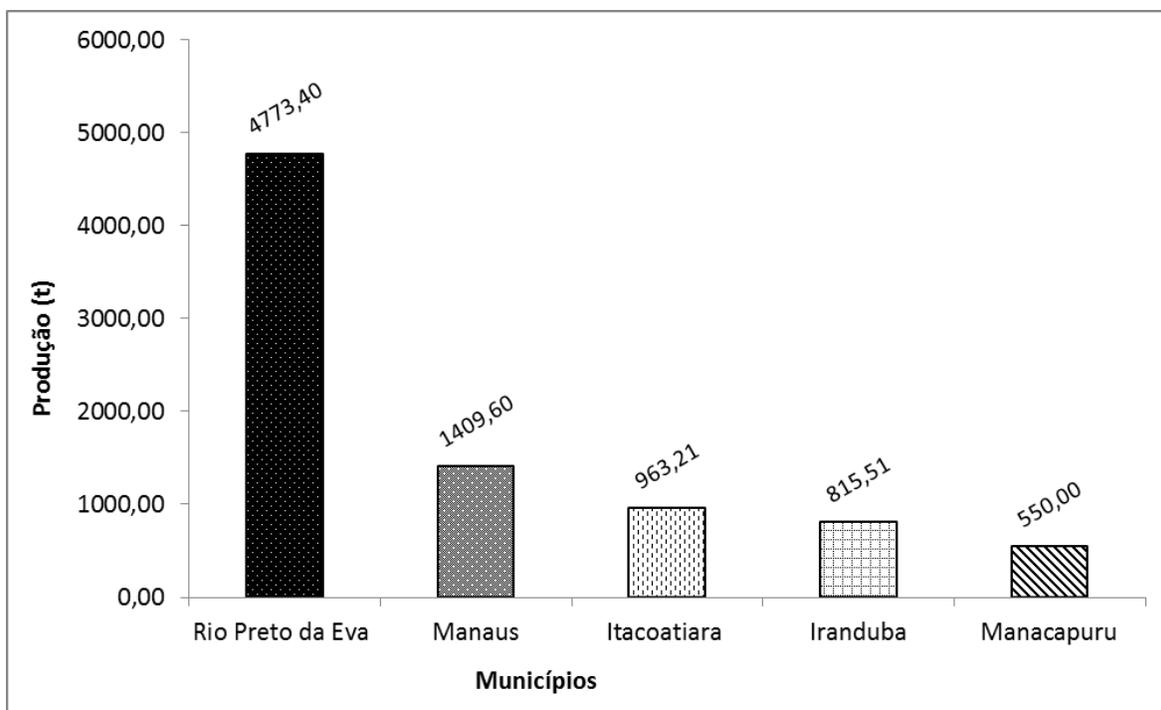


Figura 4. Municípios com maior participação na produção aquícola do Estado do Amazonas em 2010 (AMAZONAS, 2010).

3.5. Transporte de peixes vivos

O transporte é uma etapa inevitável no processo de cultivo de qualquer espécie de peixe, pois geralmente antecede o povoamento dos tanques, logo deve ser feito com cuidado, a fim de ser bem sucedido. Um transporte mal organizado pode facilmente resultar na mortalidade dos peixes (Gomes, 2003b; Baldisserotto & Gomes, 2010).

3.5.1. Sistemas de transporte de peixes vivos

Existem dois sistemas básicos para o transporte de peixes vivos – o sistema fechado e o sistema aberto. O sistema fechado consiste em recipientes selados onde os requisitos para sobrevivência são supridos de forma descontínua. O sistema aberto, por sua vez, consiste em recipientes cheios de água onde os

requisitos pra sobrevivência são supridos de forma contínua por fontes externas. (Berka, 1986).

3.5.1.1. Sistema fechado

Neste sistema os peixes são geralmente transportados em sacos de polietileno lacrados preenchidos com água e oxigênio (figura 5), geralmente seguindo a proporção 1L – 2L, ou seja, pra cada litro de água inserido no saco injeta-se 2 litros de oxigênio. Este sistema é utilizado no mundo todo por ser muito eficaz e economicamente vantajoso, principalmente quando se trata do transporte de juvenis, uma vez que permite o transporte em maiores densidades com menos uso de espaço (Gomes, 2003b).

De forma geral, os sacos utilizados neste sistema de transporte são fabricados a partir de folhas de polietileno transparente e a sua capacidade depende da finalidade do transporte e do tamanho dos peixes. Normalmente, em fazendas de criação de juvenis, são utilizados sacos com capacidade total de 30 ou 60 litros. Estes podem ser transportados diretamente ou em caixas externas (papelão ou isopor), tais caixas são utilizadas com intuito de promover uma maior proteção contra danos mecânicos, bem como uma maior facilidade no manuseio e isolamento térmico dos sacos (Baldisserotto & Gomes, 2010).



Figura 5. Foto de sacos plásticos utilizados no transporte de peixes vivos.

De acordo com Berka (1986) o processo de transporte em sistema fechado com sacos de polietileno obedece as seguintes etapas (figura 6): a) a água é inserida no saco, de acordo com a capacidade total do mesmo; b) os peixes são colocados dentro do saco com água; c) o ar é injetado no interior do saco através de uma mangueira ligada ao regulador de pressão de um cilindro de oxigênio; d) quando o saco está totalmente inflado o fornecimento de oxigênio é parado, a mangueira é retirada rapidamente do saco e a extremidade superior do saco é torcida a fim de evitar fuga de oxigênio; e) o saco é lacrado, geralmente com uma liga de borracha, de preferência duplicada.

Existem vários trabalhos desenvolvidos com intuito de otimizar as condições de sobrevivência de peixes transportados em sistema fechado. Em se tratando de espécies amazônicas temos resultados com o 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); e com o pirarucu, *Arapaima gigas* (Brandão *et al.*, 2008).



Figura 6. Etapas seguidas durante o transporte de peixes em sistema fechado.

3.5.1.2. Sistema aberto

Neste sistema os peixes são geralmente transportados em tanques/caixas rígidas com tampa para isolamento do ar atmosférico, fabricadas a partir de diversos materiais, a saber: plástico, fibra e alumínio. Em geral estas caixas têm capacidades que variam de 100 a 4.000 litros de água. Durante o transporte estas são parcialmente preenchidas com água e o oxigênio é injetado de forma contínua através de borbulhamento com o auxílio de cilindros de oxigênio ou compressores de ar conectados a caixa (figura 6) (Gomes, 2003b).

As caixas podem ser transportadas diretamente na carroceria de veículos automotores, bem como em veículos adaptados para o transporte neste tipo de sistema (figura 7) (Gomes, 2003b).



Figura 7. Caixa utilizada para o transporte de peixes vivos em sistema aberto.



Figura 8. Veículo adaptado com caixas para o transporte de peixes vivos.

Existem alguns trabalhos realizados com espécies amazônicas em sistema de transporte aberto, tais como: tambaqui (Gomes *et al.*, 2003a); e pirarucu (Brandão *et al.*, 2008).

3.5.2. Uso de inibidores de estresse em peixes durante o transporte

O uso de anestésicos auxilia na diminuição do estresse, à medida que contribuem para diminuição da atividade e do metabolismo dos peixes, reduzindo injúrias físicas, o consumo de oxigênio e a excreção de metabólicos na água. Porém o uso deve ser moderado, pois algumas espécies são mais sensíveis, podendo não tolerar alguns anestésicos nas doses recomendadas (Gomes *et al.*, 2006).

Existem muitos produtos adotados como redutores de estresse durante o transporte de peixes, porém o sal de cozinha, o gesso e a benzocaína são mais comumente utilizados devido ao baixo custo e a fácil aquisição (Gomes, 2003a).

De acordo com Soares *et al.*, (2009) os agentes redutores de estresse mais adequados no transporte de juvenis de tambaqui em sistema fechado foram o sal (2,0 g/L) e o gesso (0,3 g/L) em tempos de transporte de até 12 horas. Da mesma forma Anjos *et al.*, (2011) concluíram que o sal de cozinha e o gesso foram os melhores anti-estressores utilizados no transporte de juvenis de tambaqui, com duração de até 14 horas, em sistema fechado.

Em contrapartida Gomes *et al.*, (2006) obtiveram um efeito negativo significativo, com o aumento da mortalidade, para o uso de benzocaína (0,01 g/L, 0,02 g/L e 0,03 g/L) e sal de cozinha (1,0 g/L, 2,0 g/L e 3,0 g/L) no transporte de juvenis de tambaqui em sistema fechado, provavelmente devido a distúrbios osmorregulatórios.

3.5.3. Qualidade da água

Existem ainda fatores e variáveis que, uma vez associados ao transporte, influenciam diretamente na sobrevivência e no estado de saúde dos peixes, alguns desses fatores serão descritos abaixo.

3.5.3.1. Temperatura

A temperatura da água tem um grande efeito sobre o crescimento, a taxa de alimentação e o metabolismo de peixes, de tal maneira que cada espécie possui uma faixa de temperatura adequada para promoção de crescimento ótimo com taxas metabólicas mais estáveis (Arana, 2004).

Durante o transporte, a temperatura exerce influencia sobre a velocidade do metabolismo de 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, 2002).

Bittencourt *et al.*, (2010) submetem juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*), com $2,55 \pm 0,44$ g e $6,19 \pm 0,45$ cm de peso e comprimento médio respectivamente, a 3 diferentes temperaturas (15, 20 e 25 °C) durante um transporte de 12 horas em sistema fechado. Não houve mortalidade significativa ($P > 0,05$) em nenhuma das temperaturas testadas.

3.5.3.2. Oxigênio

Um dos fatores mais importante durante a realização de um transporte é a disponibilização de um nível adequado de oxigênio dissolvido aos peixes, tendo em vista que a sobrevivência dos mesmos está diretamente relacionada à disponibilidade de oxigênio na água (Wedemeyer, 1996).

As primeiras horas após o início do transporte representam o momento mais crítico em relação ao consumo de oxigênio devido o aumento do grau de atividade dos peixes, uma vez que estes foram submetidos às condições de estresse por manuseio intenso (Berka, 1986).

Soares *et al.*, (2009) observaram um maior índice de mortalidade de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado nas primeiras 4 horas pós-transporte (depois do 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*) (comprimento padrão: 3 cm ± 1 cm) transportados em sistema fechado.

3.5.3.3. pH

Variações abruptas no pH da água podem ser prejudiciais pra peixes. Um dos principais fatores que causa alteração dos níveis de pH na água é a respiração, por meio da liberação de CO₂ que por hidrólise origina ácido carbônico e íons H⁺, de acordo com a relação de equilíbrio abaixo (Arana 2004):



Quando a concentração de CO₂ aumenta, o equilíbrio entre CO₂ e HCO₃⁻ é mantido devido ao aumento da concentração de íons H⁺, causando a acidificação do pH no sistema (Arana, 2004). Entretanto, Gomes *et al.* (2003a) confirmaram que esta relação não ocorreu durante o transporte de juvenis de tambaqui devido a produção de NH₄⁺, resultado da combinação do H⁺ (respiração) com o NH₃ (excreção), mantendo os níveis de pH relativamente estáveis mesmo com o aumento das concentrações de CO₂.

Carvalho *et al.* (2009) não encontraram diferença significativa nos valores de pH em nenhum dos tempos amostrados durante um transporte de 16 horas, bem como 24 horas pós-transporte de juvenis de tambaqui (26,45 ± 8,01 g e 9,44 ± 1,75 cm) transportados em sistema fechado.

3.5.3.4. CO₂

O CO₂ é um bioproduto metabólico da respiração aeróbica que se acumula na corrente sanguínea (Heisler, 1986). Em níveis elevados, o CO₂ provoca a liberação de íons H⁺ na corrente sanguínea. A diminuição do pH sanguíneo desacelera o metabolismo dos peixes, que por sua vez reduzem o consumo de oxigênio (Baldisserotto, 2002).

De acordo com Gomes *et al.* (2006) concentrações de CO₂ maiores que 100 mg/L influenciaram diretamente na mortalidade de juvenis de tambaqui pós-transporte tendo em vista que em concentrações menores que 100 mg/L a

mortalidade estava em torno de 2 – 5%. Em concentrações superiores a 200 mg/L, a mortalidade foi de 50%, sugerindo assim que a concentração crítica de CO₂ para juvenis de tambaqui é menor que 140 mg/L.

3.5.3.5. NH₃

A amônia (NH₃) é o principal metabólito proveniente da excreção nitrogenada dos peixes e outros organismos aquáticos e da decomposição microbiana de resíduos orgânicos (Arana, 2004).

De acordo com Boyd (1996), o principal mecanismo de excreção da amônia é através de fluxo passivo, onde a amônia passa do sangue circulante nos capilares branquiais para a água. Quando os níveis de pH estão altos, ocorre troca dos íons amônio (NH₄⁺) por íons sódio (Na⁺), elevando a concentração de sódio e mantendo constante a concentração de amônia não-ionizada (NH₃) no sangue dos peixes, causando assim uma autointoxicação dos peixes por amônia não-ionizada (figura 8).

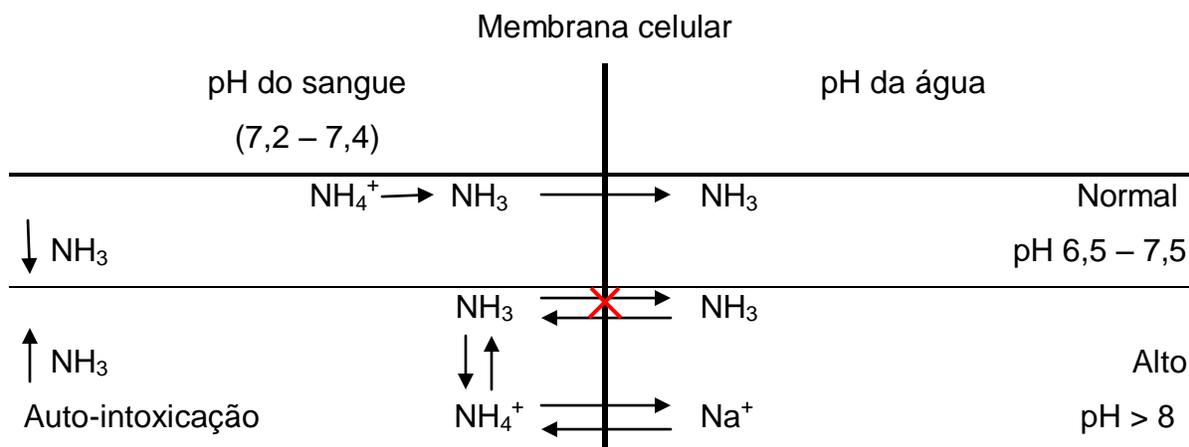


Figura 9. Mecanismo de excreção da amônia em relação ao pH da água e do sangue (adaptado de Boyd, 1996).

Concentrações elevadas de amônia não ionizada (NH₃) podem afetar a capacidade de combinação da hemoglobina com o oxigênio, diminuindo sua capacidade de transporte para os tecidos de organismos aquáticos (Arana, 2004;

Boyd, 1996). Em contrapartida, algumas espécies, como o pirarucu (*A. gigas*), possuem a capacidade de tolerar níveis elevados de NH_3 (Cavero et al., 2004).

Cavero et al (2004) testaram a exposição de 8 pirarucus ($2,6 \pm 0,4$ kg e $70,5 \pm 4,1$ cm) a $2,0$ mg/L de amônia não-ionizada (25 mg/L de amônia total) durante 33 dias, onde os peixes se alimentaram normalmente durante todo o experimento, com índice de 100% de sobrevivência ao final do experimento.

3.5.3.6. Interação das variáveis pH, Dióxido de Carbono e Amônia

O pH, o dióxido de carbono (CO_2) e a amônia não-ionizada (NH_3) são variáveis dependentes entre si, de maneira que em pH's mais ácidos (abaixo de 5), bem como em pH's mais básicos (acima de 10), ocorre o aumento de CO_2 e a diminuição de NH_3 (figura 9). Durante o transporte o CO_2 livre na coluna d'água reduz o pH, acidificando a água, reduzindo o potencial tóxico da amônia.

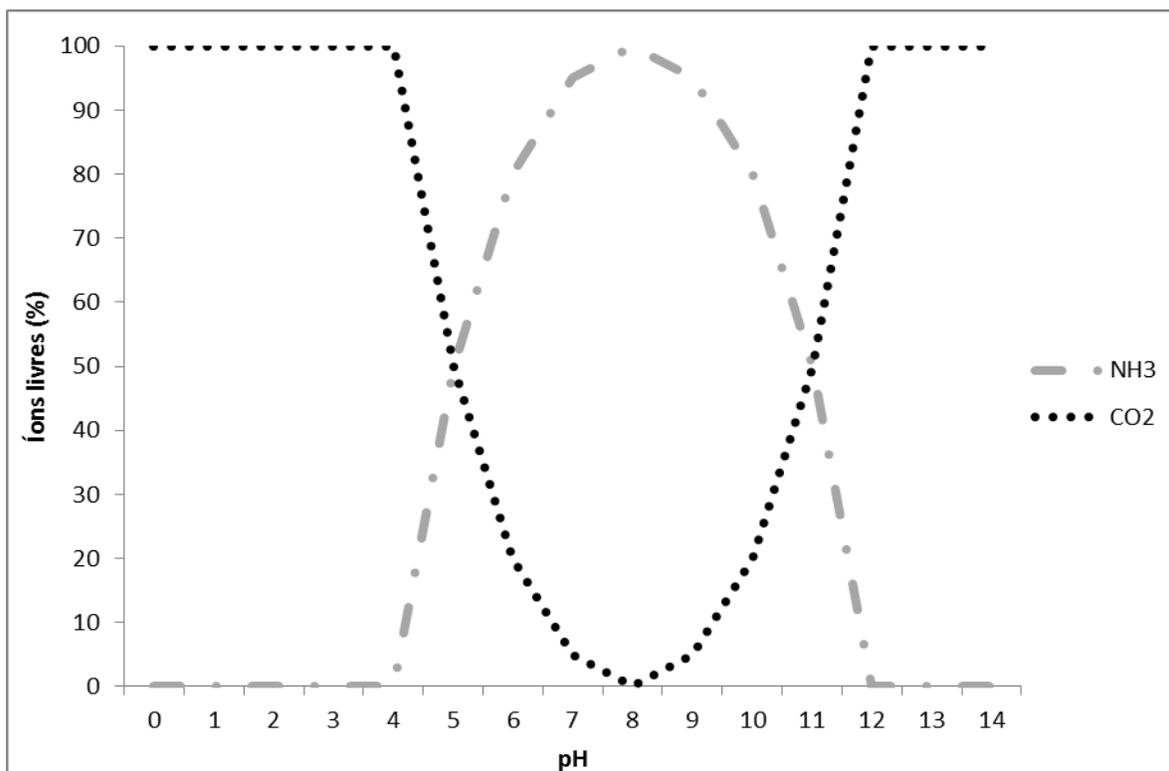


Figura 10. Percentual de íons livres de CO_2 e NH_3 em relação ao pH.

Segundo Baldisserotto (2002), o aumento dos níveis de CO_2 na água, oriundo da respiração dos peixes, causa a liberação em excesso de íons H^+ que além de competirem com os íons Ca^{++} e Na^+ da água, aumentam a permeabilidade das junções proteicas paracelulares da membrana branquial favorecendo a perda de íons (Na^+ , Ca^{++} , Cl^- , H^+ e NH_4^+) para o meio. A inibição dos mecanismos de troca Na^+/H^+ , $\text{Na}^+/\text{NH}_4^+$ e $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ levaria a acidificação do pH sanguíneo reduzindo a afinidade da hemoglobina com o oxigênio (efeito Bohr) (figura 10).

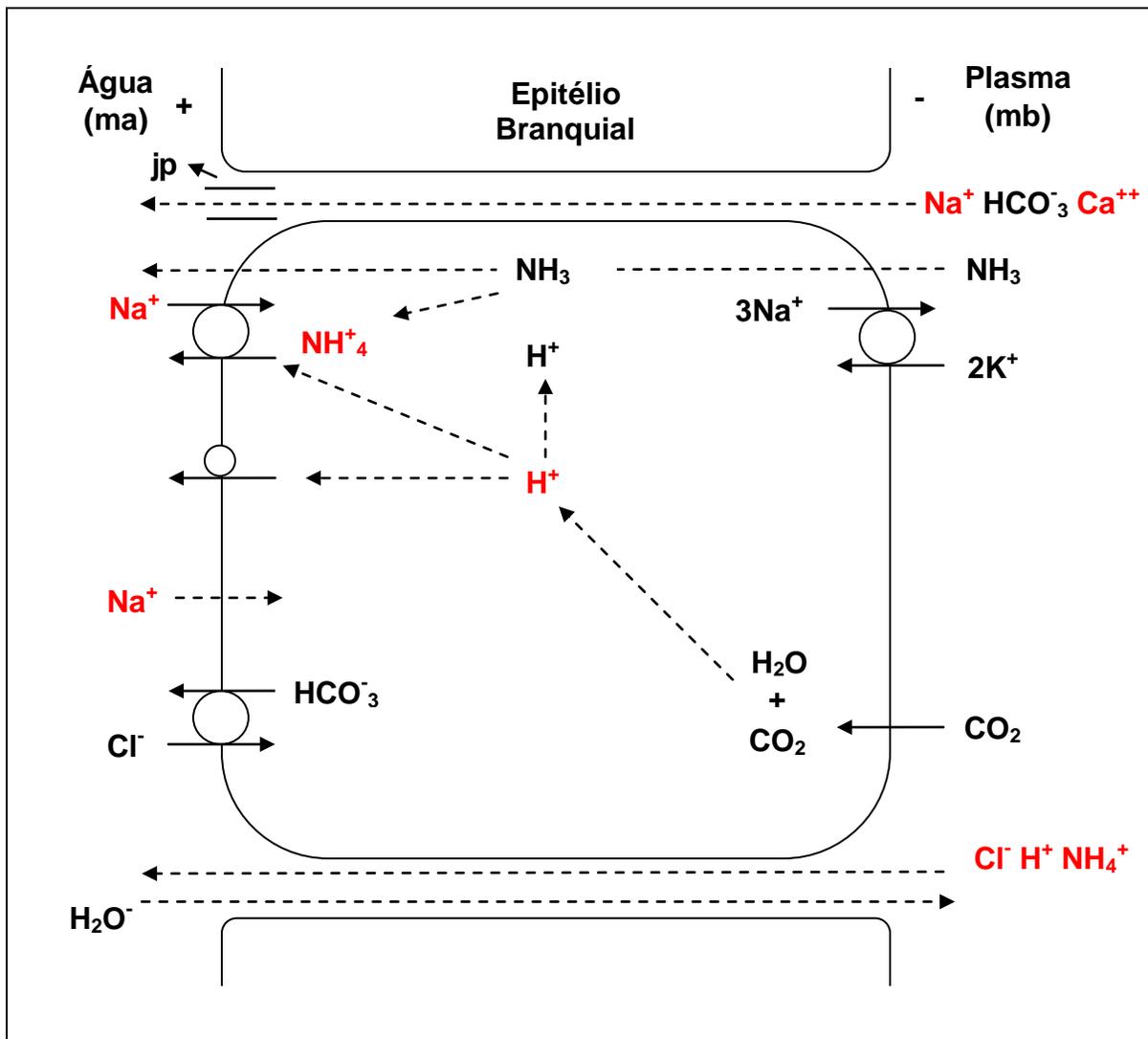


Figura 11. Efeito do pH ácido sobre os sistemas de transporte de íons nas brânquias. Os círculos representam sistemas de transporte; traços pontilhados: difusão; jp: junções proteicas ligando as células branquiais; ma: membrana apical; mb: membrana basolateral; em vermelho: sistemas alterados pela redução do pH (retirado de Baldisserotto, 2002).

3.5.4. Densidade e duração do transporte

A densidade de estocagem de peixes durante o transporte pode ser responsável pela mortalidade imediata, ao final do manejo ou ainda por alterações fisiológicas provocadas pelo estresse dos peixes. Para evitar tais situações, os seguintes fatores devem ser analisados: volume e qualidade da água, tamanho e peso dos peixes e tempo de transporte (Kubitza, 1998; Urbinati *et al.*, 2004).

O tempo de duração do transporte é uma variável extremamente importante para definição da densidade de peixes a ser transportada. Gomes *et al.* (2006) testaram várias densidades (15 – 180 peixes/L) de transporte de juvenis de tambaqui em diversos períodos de tempo (3 – 24 h), relatando que houve um aumento progressivo de mortalidade em longos períodos de tempo e altas densidades.

Abreu *et al.* (2008), testaram diferentes densidades de transporte (83 – 206 g/L) para juvenis de matrinxã (23,5 g) e observaram que a espécie demonstrou ser tolerante ao transporte em altas densidades, durante um período de 4 horas, tendo em vista que não foram registradas mortalidades em nenhum dos tratamentos.

3.5.5. Taxa de respiração da espécie transportada

A taxa de respiração depende de fatores como: espécie, estado nutricional, temperatura da água, nível de oxigênio e grau de atividade (Arana, 2004).

Quanto ao estado nutricional, sabe-se que peixes alimentados consomem mais oxigênio do que peixes em jejum. Quanto à temperatura da água, já é sabido que quanto mais alta a temperatura, maior será o consumo de oxigênio. Quanto aos níveis de oxigênio, sabe-se que peixes consomem menos oxigênio em níveis baixos apesar do grau de atividade (Berka, 1986).

A relação da taxa de respiração em função da biomassa e do tempo para o tambaqui (*Colossoma macropomum*) é de 250 mgO₂/kg/h (Cavero *et al.*, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O presente trabalho teve seus experimentos desenvolvidos na propriedade rural particular “Ecology Pescados”, localizada no km 127 da rodovia AM-010 (ME), ramal Boa Esperança (Km 11), também conhecido como ramal do banco, município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas, Brasil (figura 11).



Figura 12. Área de estudo (em vermelho: ramal do banco) (Google Earth 02/2013).

4.2. Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos através de delineamento em blocos inteiramente casualizados com 4 tratamentos e 3 réplicas (figura 12). Cada bloco foi representado por 4 unidades experimentais (uma réplica de cada tratamento), onde foi monitorada a mortalidade dos juvenis de tambaqui no final do transporte (FT) assim que os sacos de transporte foram abertos, e em intervalos de 6, 12, 18, 24, e 30 horas pós-transporte (6PT, 12PT, 18PT, 24PT, 30PT), depois que os juvenis foram transferidos para tanques-rede (1m³) inseridos nos viveiros semi-escavados (40 m x 80 m x 1,5 m) (figura 13) localizados na fazenda Ecology Pescado.

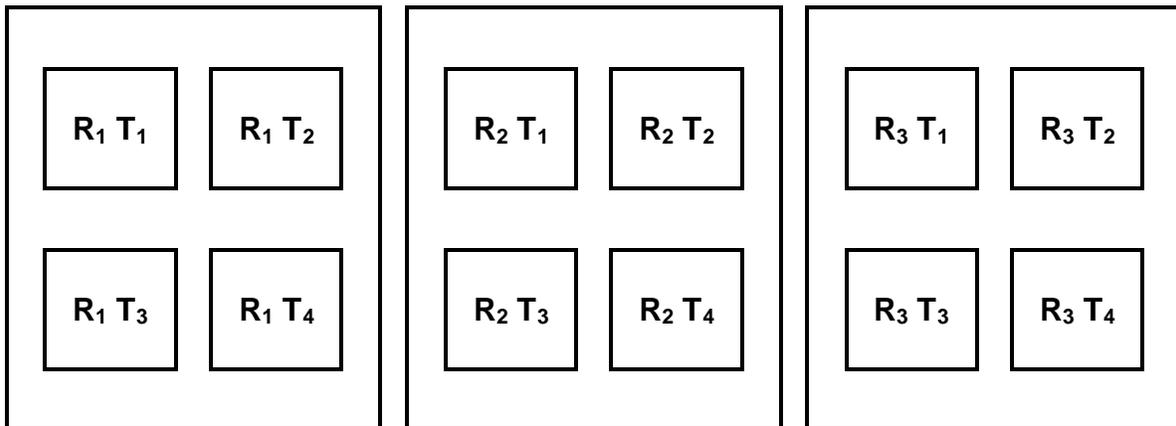


Figura 13. Delineamento experimental em blocos casualizados com 4 tratamentos e 3 réplicas.



Figura 14. Viveiros semi-escavados construídos na fazenda Ecology Pescados.

4.3. Descrição das unidades experimentais

As unidades experimentais, em todos os experimentos, foram formadas pelas seguintes estruturas: a) 12 sacos plásticos de 60 litros; b) 12 tanques-rede com área útil de 1 m^3 , e malha de multifilamentos com abertura de 5 mm entre nós opostos. Neste experimento a variável resposta foi representada pela mortalidade relativa à variação do volume de água a ser inserido nos sacos de transporte.



Figura 15. Unidades experimentais: a) sacos plásticos com capacidade total de 60 litros utilizados para o transporte dos juvenis; b) tanques-rede experimental (1m x 1m x 1m) composto por malha multifilamentos com abertura de 5mm entre nós;

4.4. Animais experimentais

Foram utilizados juvenis de tambaqui, oriundos de uma mesma desova, com tamanho médio de 3 cm e peso médio de 1 g (figura 14), adquiridos na propriedade rural particular “São Judas Tadeu”, localizada no km 110 da rodovia AM-010 (MD), município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas, Brasil.



Figura 16. Exemplar de juvenil de tambaqui (*Colossoma macropomum*) com 3 cm de comprimento total.

Antes do transporte os peixes foram estocados em caixas de PVC com capacidade útil de 1.000 – 3.000 litros com renovação constante de água. Em cada caixa foram estocados 5.000 juvenis de tambaqui por um período entre 14 - 18 horas antes do transporte para depuração. Após este período os peixes foram transferidos para sacos plásticos de transporte com capacidade de 60L cada, denominados nos experimentos de unidades de transporte (UT).

Foi retirada uma amostra de 40 indivíduos/experimento dos peixes adquiridos para biometria inicial e composição da biomassa transportada. Os dados de peso (g) e comprimento (cm) foram obtidos respectivamente com o auxílio de balança digital (precisão de 0,001 g) e com régua (precisão de 0,1 cm) (figura 15).



Figura 17. Equipamentos: a) balança digital de precisão MARK M 163, utilizada para aferição do peso dos juvenis; b) régua utilizada para aferição do comprimento total dos juvenis;

4.5. Protocolo experimental

4.5.1. Experimento 1 – Efeito da relação água:oxigênio

Neste experimento foi utilizado um total de 12.000 juvenis com comprimento total médio de 2,4 cm \pm 0,1 cm e peso médio de 0,189 g \pm 0,010 g (média \pm erro padrão). Foram inseridos 1.000 peixes/saco em todos os tratamentos, contudo em virtude das diferentes proporções de volume de água utilizadas neste experimento, a densidade utilizada nos quatro tratamentos foi, respectivamente,

de: 67 peixes/L, 50 peixes/L, 40 peixes/L, 33 peixes/L. A relação água:oxigênio nos sacos de transporte (UT) obedeceu as seguintes proporções:

- i. No primeiro tratamento a proporção foi de 1:3, onde foram inseridos 15 litros de água e o restante de oxigênio/UT.
- ii. No segundo tratamento a proporção foi de 1:2, onde foram inseridos 20 litros de água e o restante de oxigênio/UT.
- iii. No terceiro tratamento a proporção foi de 1:1,5, onde foram inseridos 25 litros de água e o restante de oxigênio/UT.
- iv. No quarto, e último tratamento, a proporção foi de 1:1, onde foram inseridos 30 litros de água e o restante de oxigênio/UT.

Quanto ao tempo de duração do transporte tem-se que foi de 1 hora em rodovia e 5 horas por meio de simulação, totalizando 6 horas pra todos os tratamentos. A simulação foi realizada com o carro estacionado em abrigo (figura 18), a fim de evitar uma oscilação muito alta da temperatura entre os experimentos, onde a agitação dos sacos era feita de forma manual a cada hora. A mortalidade dos juvenis foi monitorada no final do transporte (abertura dos sacos) e, posteriormente nos tanques-rede, em intervalos de 6, 12, 18, 24 e 30 horas pós-transporte.



Figura 18. Abrigo onde o carro ficava estacionado até o término do tempo de transporte (simulação).

4.5.2. Experimento 2 – Efeito da densidade de transporte

Neste experimento foi adquirido um total de 17.700 juvenis com comprimento médio total de $2,7 \text{ cm} \pm 0,1 \text{ cm}$ e peso médio de $0,328 \text{ g} \pm 0,017 \text{ g}$ (média \pm erro padrão), divididos em 4 tratamentos com 3 réplicas cada. O volume de água a ser inserido nas unidades de transporte (UT), foi de 15 litros de água e o restante de oxigênio, resultado da proporção ideal obtida no experimento 1, em todos os tratamentos. A quantidade de peixes a ser inserida nas unidades de transporte (UT) obedeceu as seguintes densidades:

- i. No primeiro tratamento os juvenis foram transportados na densidade de 67 peixes/L, ou ainda 22 g/L.

- ii. No segundo tratamento os juvenis foram transportados na densidade de 87 peixes/L, ou ainda 28,5 g/L.
- iii. No terceiro tratamentos os juvenis foram transportados na densidade de 107 peixes/L, ou ainda 35 g/L.
- iv. No quarto, e último tratamento os juvenis foram transportados na densidade de 133 peixes/L, ou ainda 43,7 g/L.

Quanto ao tempo de duração do transporte, em rodovia e por meio de simulação, foi semelhante ao do primeiro experimento, ou seja, um total de 6 horas. A mortalidade dos juvenis foi monitorada no final do transporte (abertura dos sacos) e, posteriormente nos tanques-rede, em intervalos de 6, 12, 18, 24 e 30 horas pós-transporte.

4.5.3. Experimento 3 – Efeito da duração do tempo de transporte

Neste experimento foi adquirido um total de 24.000 juvenis com comprimento médio total de 2,6 cm \pm 0,1 cm e peso médio de 0,259 g \pm 0,016 g (média \pm erro padrão), divididos em 4 tratamentos com 3 réplicas cada. O volume de água e oxigênio a ser inserido nas unidades de transporte (UT) continuou sendo de 15 litros de água e o restante de oxigênio em todos os tratamentos. A densidade utilizada foi de 133 peixes/L, resultado da proporção ideal obtida no experimento 2. A duração do tempo de transporte, assim como nos experimento 1 e 2, foi de 1 hora em rodovia e o restante através de simulação, de acordo com os seguintes tratamentos:

- i. No primeiro tratamento a duração total foi de 6 horas.
- ii. No segundo tratamento, a duração total foi de 12 horas.
- iii. No terceiro tratamento, a duração total foi de 18 horas.
- iv. No quarto e último tratamento, a duração total foi de 24 horas.

A mortalidade dos juvenis foi monitorada no final do transporte (abertura dos sacos) e, posteriormente nos tanques-rede, em intervalos de 6, 12, 18, 24 e 30 horas pós-transporte.

4.6. Qualidade de água

Foram medidos os seguintes parâmetros físico-químicos com o auxílio dos respectivos instrumentos (tabela 1):

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos e instrumentos utilizados durante a realização dos experimentos.

Parâmetros físico-químicos	Instrumentos	Marca / Modelo
Temperatura (°C)	Oxímetro microprocessado	ALFAKIT / AT-160
Oxigênio dissolvido (mg/L)	Oxímetro microprocessado	ALFAKIT / AT-160
pH (unidades)	pHmêtro digital	INSTRUTHERM / PH-1700
Condutividade elétrica (µS/cm)	Condutivímetro digital	ALFAKIT / AT-230
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	Fotocolorímetro microprocessado	ALFAKIT / AT-100P

Todos os parâmetros físico-químicos foram monitorados antes do transporte (tanques de depuração), depois do transporte (abertura dos sacos) e em intervalos de 6, 12, 18, 24 e 30 horas pós-transporte (viveiros).

4.7. Análises estatísticas

Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de Hartley. A análise estatística dos dados de todos os experimentos será realizada através de análise de variância a 5% de significância para blocos casualizados. Havendo diferença estatística significativa entre os tratamentos dos experimentos será realizado o teste de Tukey ($P < 0,05$).

5. HIPÓTESES

5.1. Experimento 1 – Efeito da relação água:oxigênio

H₀: Não há diferença no efeito da relação água:oxigênio, utilizada nos sacos de transporte, sobre a sobrevivência média de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado;

H₁: Há diferença no efeito da relação água:oxigênio, utilizada nos sacos de transporte, sobre a sobrevivência média de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado;

5.2. Experimento 2 – Efeito da densidade de transporte

H₀: Não há diferença no efeito da densidade sobre a sobrevivência média de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado;

H₁: Há diferença no efeito da densidade sobre a sobrevivência média de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado;

5.3. Experimento 3 – Efeito da duração do tempo de transporte

H₀: Não há diferença no efeito da duração do tempo de transporte sobre a sobrevivência média de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado;

H₁: há diferença no efeito da duração do tempo de transporte sobre a sobrevivência média de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado;

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Experimento 1 – Efeito da relação água:oxigênio

6.1.1. Mortalidade

Não houve mortalidade em nenhum dos tratamentos testados ao final do transporte, de maneira que a relação água:oxigênio, testada em diferentes proporções, não exerceu influência sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui transportados durante 6 horas. Gomes (2003b) recomenda uma relação água:oxigênio de 1:2. Berka (1986) recomenda relações entre 1:1 e 1:3 dependendo da densidade e peso dos peixes. Já Kubtiza (1998) recomenda uma relação de 1:5. No presente experimento foram testadas as proporções de 1:1, 1:1,4, 1:2, e 1:3, onde nenhuma delas foi capaz de influenciar na mortalidade de juvenis tambaquis transportados em sistema fechado durante 6 horas.

Quanto à análise da mortalidade nos tanques-rede após 30 horas tem-se que a mesma não variou significativamente com os tratamentos (tabela 2), ou seja, a relação água:oxigênio não influiu na mortalidade de juvenis de tambaqui depois do transporte, até 30 horas. De acordo com Berka (1986) e Gomes *et al.*, (2006), a relação água:oxigênio é adequada quando a concentração de oxigênio dissolvido no final do transporte está dentro dos limites toleráveis pela espécie, fato observado em todas as proporções testadas no presente experimento.

Tabela 2. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado com relação água:oxigênio nas proporções de 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1, após 30 horas.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	3	0,36	0,12	0,75	> 0,050
Blocos	2	16,34	8,17	50,65	< 0,001
Resíduos	6	0,97	0,16	-	-
Total	11	17,67	-	-	-

Por outro lado, houve diferença significativa para análise da mortalidade entre os blocos (viveiros) (tabela 2), onde o bloco 1 com uma mortalidade logaritimizada em média de 2,8 se diferenciou das dos blocos 2 e 3 respectivamente de 0,5 e 0,2 (figura 19). Porém a mortalidade ocorrida no bloco 1 foi totalmente atípica e não vinculada aos tratamentos, tendo em vista que a mesma não se repetiu nos outros blocos, estes por sua vez possuíam o mesmo número de unidades experimentais com uma réplica de cada tratamento. Vale ressaltar ainda que os parâmetros físico-químicos ficaram dentro dos limites recomendados para o desenvolvimento de juvenis em cultivo (Boyd, 1996; Cavero *et al.*, 2009). Tal fato pode ter ocorrido devido a condições bióticas e/ou abióticas não analisadas neste experimento.

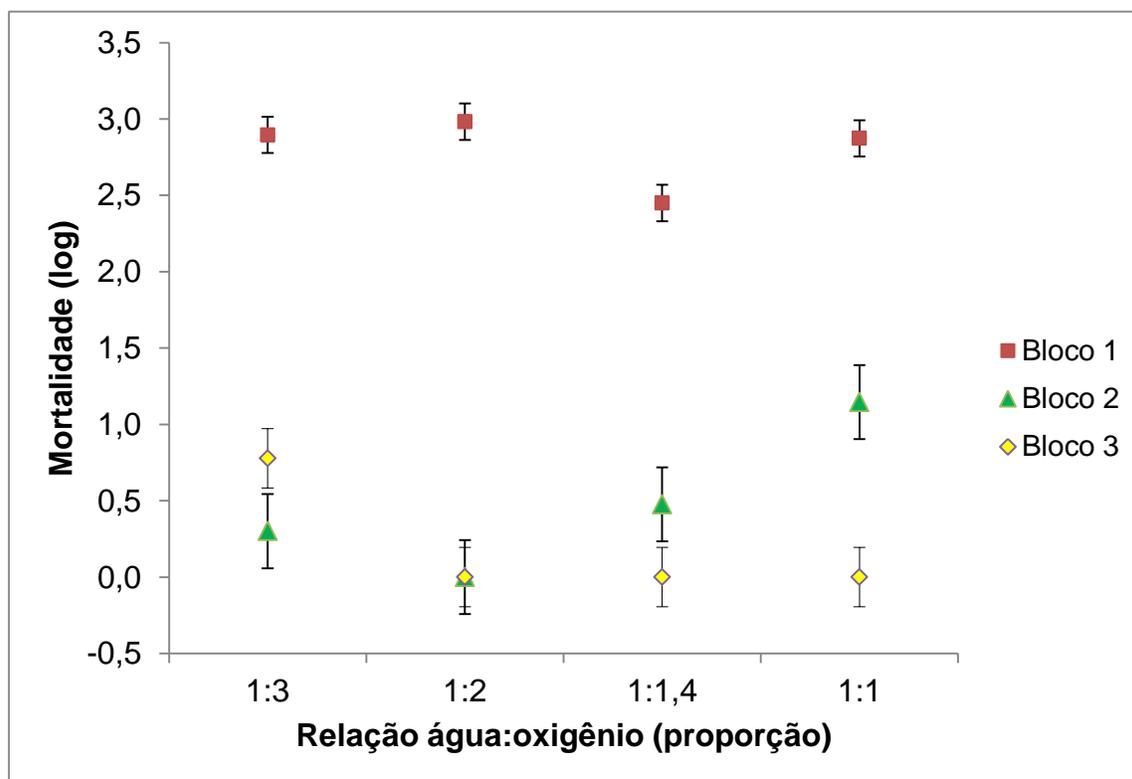


Figura 19. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui transportados em sistema fechado com relação água:oxigênio nas proporções de 1:3, 1:2, 1:1,4 e 1:1, após 30 horas.

A tabela 3 mostra que não houve diferença estatística significativa entre a mortalidade e o tempo pós-transporte (6h, 12h, 18h, 24h e 30h), indicando que a mortalidade dos juvenis de tambaqui não variou entre os intervalos de tempo pós-transporte. Com base nas isolíneas de sobrevivência, 96 horas após o transporte, propostas por Gomes *et al.*, (2006) o percentual de mortalidade dos juvenis de tambaqui, transportados na densidade de até 50 peixes/L durante 6 horas, foi de 5% sobre o plantel. No presente experimento o percentual de mortalidade foi de 69% sobre o plantel, em virtude da alta taxa de mortalidade ocorrida no bloco 1, fato que por sua vez fundamenta a diferença significativa encontrada entre os blocos (tabela 3), uma vez que nos blocos 2 e 3 o percentual foi de, no máximo, 1,4% do plantel.

Tabela 3. Análise de variância em blocos casualizados entre o log da mortalidade dos juvenis de tambaqui e os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	4	1,82	0,46	1,47	0,297
Blocos	2	4,47	2,23	7,23	0,016
Resíduos	8	2,47	0,31	-	-
Total	14	8,75	-	-	-

A figura 18 expõe bem a diferença constatada entre os blocos, onde o bloco 1 com uma mortalidade média logaritimizada de 1,2 se revelou bem superior a dos blocos 2 e 3 com aproximadamente 0,1 cada. Fato este devido a condições bióticas e/ou abióticas não analisadas no presente experimento, uma vez que os parâmetros físico-químicos monitorados entre os blocos se mantiveram dentro de zona de conforto para espécie (Gomes, 2003b).

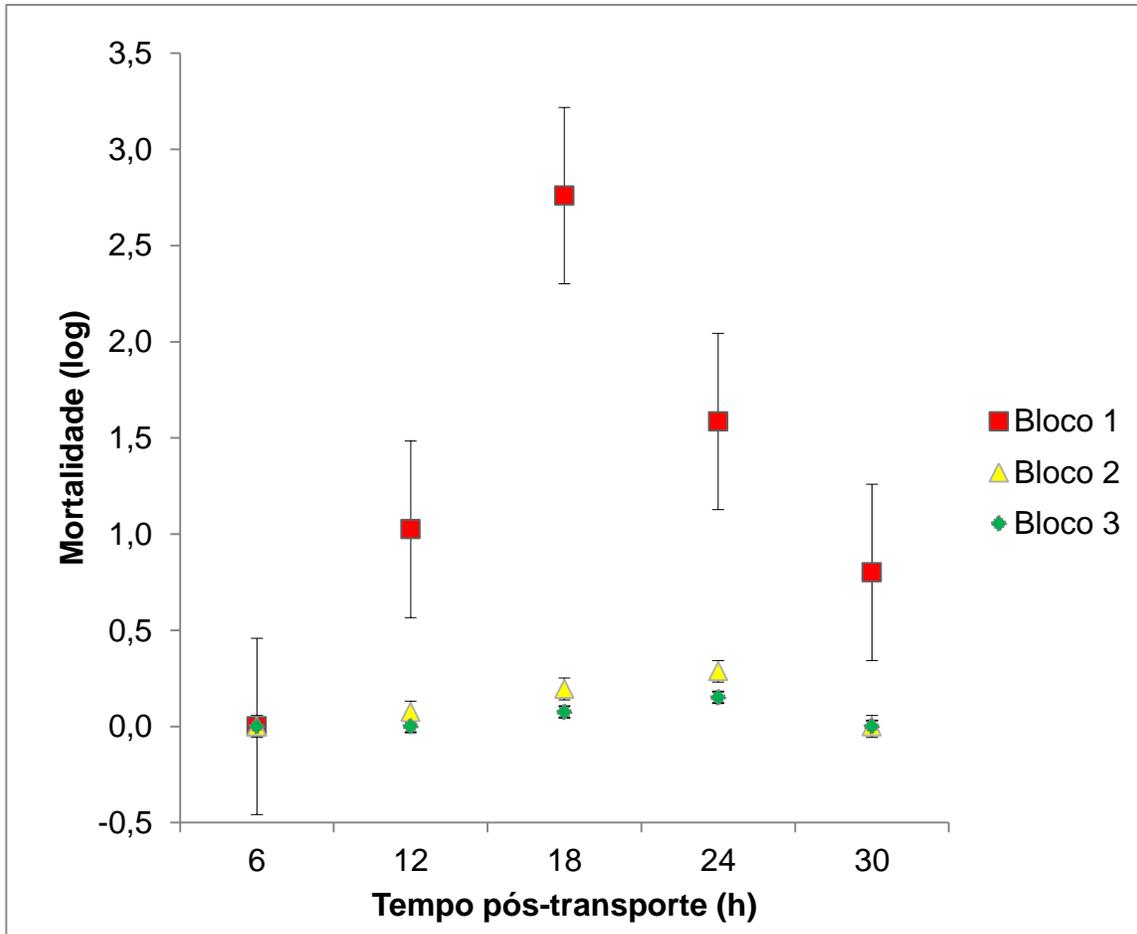


Figura 20. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte.

6.1.2. Qualidade da água

Os parâmetros de qualidade da água nos tanques de depuração foram em média os seguintes: temperatura $28,03 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,11 \text{ }^{\circ}\text{C}$; pH $5,23 \pm 0,02$; oxigênio dissolvido $5,23 \text{ mg/L} \pm 0,03 \text{ mg/L}$; condutividade elétrica $22,13 \text{ } \mu\text{S/cm} \pm 0,35 \text{ } \mu\text{S/cm}$; nitrogênio amoniacal (N-NH_3) $0,00 \text{ mg/L} \pm 0,00 \text{ mg/L}$;

Não houve diferença significativa quanto aos valores dos parâmetros físico-químicos medidos no final do transporte (interior dos sacos), com exceção dos valores de condutividade elétrica que foram superiores nos tratamentos com menor volume de água (tabela 4). Segundo Heisler (1986), distúrbios na regulação

iônica podem ser indicadores de estresse em peixes, neste caso relacionado ao transporte.

Tabela 4. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do transporte de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes proporções da relação água:oxigênio. Dados são média \pm erro padrão de 3 réplicas (sacos de transporte). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausentes indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Relação água:oxigênio				P
	1:3	1:2	1:1,4	1:1	
Temperatura ($^{\circ}$ C)	31,73 \pm 0,12	31,83 \pm 0,22	31,57 \pm 0,09	31,53 \pm 0,09	0,133
pH (unidades)	5,13 \pm 0,18	5,37 \pm 0,26	5,33 \pm 0,15	5,20 \pm 0,12	0,359
Oxigênio dissolvido (mg/L)	4,74 \pm 0,5	3,70 \pm 0,34	3,24 \pm 0,38	3,50 \pm 0,10	0,055
Condutividade elétrica (μ S/cm)	78,97 \pm 1,73 a	65,77 \pm 2,47 ab	56,43 \pm 0,63 bc	42,93 \pm 5,36 c	< 0,001
N-NH₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

Quanto aos parâmetros físico-químicos monitorados nos viveiros semi-escavados (blocos) durante os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte, foram verificadas diferenças significativas somente para os valores de temperatura e pH (tabela 5), contudo tais valores permaneceram dentro dos limites desejáveis para o desenvolvimento de juvenis de tambaqui em cultivo (Cavero *et al.*, 2009). Com relação aos valores de temperatura, a diferença deve-se a oscilação natural ocorrida com frequência em regiões tropicais, já quanto aos

valores de pH, tem-se que podem variar durante o dia em função da atividade fotossintética e respiratória dos organismos aquáticos (Arana, 2004).

Tabela 5. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h após o transporte de juvenis de tambaqui. Dados são média \pm erro padrão de 3 réplicas (blocos). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausentes indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Tempo de pós-transporte (h)					P
	6	12	18	24	30	
Temperatura ($^{\circ}$C)	29,37 $\pm 0,18$ ab	28,93 $\pm 0,23$ ab	28,50 $\pm 0,46$ b	30,40 $\pm 0,21$ a	29,77 $\pm 0,3$ ab	0,023
pH (unidades)	5,37 $\pm 0,03$ b	5,30 $\pm 0,15$ b	5,30 $\pm 0,35$ b	5,83 $\pm 0,18$ ab	6,47 $\pm 0,12$ a	0,002
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,32 $\pm 0,61$	5,88 $\pm 0,89$	5,43 $\pm 1,18$	9,30 $\pm 0,98$	11,18 $\pm 1,84$	0,051
Condutividade elétrica (μS/cm)	45,67 $\pm 20,75$	45,27 $\pm 21,04$	44,83 $\pm 21,3$	45,53 $\pm 20,96$	46,20 $\pm 20,75$	> 0,050
N-NH₃ (mg/L)	0,00 $\pm 0,00$	0,00 $\pm 0,00$	0,01 $\pm 0,01$	0,00 $\pm 0,00$	0,00 $\pm 0,00$	0,111

Quanto à análise dos parâmetros físico-químicos monitorados nos mesmos intervalos descritos acima, entre os blocos têm-se que, houve diferença significativa para os valores de pH, condutividade e N-NH₃ (tabela 6), contudo estes parâmetros permaneceram dentro dos limites recomendados por Boyd (1996) para a manutenção da sanidade de peixes em cultivo.

Tabela 6. Parâmetros de qualidade da água aferidos por bloco até 30 horas depois do transporte. Dados são média \pm erro padrão de 5 réplicas (intervalos de tempo pós-transporte). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausente indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Blocos			P
	1	2	3	
Temperatura (°C)	29,30 \pm 0,53	29,42 \pm 0,37	29,46 \pm 0,16	> 0,050
pH (unidades)	5,88 \pm 0,24 a	5,38 \pm 0,30 b	5,70 \pm 0,18 ab	0,040
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,34 \pm 1,96	7,37 \pm 0,07	8,16 \pm 1,37	> 0,050
Condutividade elétrica (μS/cm)	83,94 \pm 0,28 a	11,88 \pm 0,43 c	40,68 \pm 1,06 b	< 0,001
N-NH₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00 b	0,00 \pm 0,00 b	0,01 \pm 0,00 a	0,008

6.2. Experimento 2 – Efeito da densidade de transporte

6.2.1. Mortalidade

Não houve diferença significativa entre a mortalidade dos juvenis de tambaqui e os tratamentos no final do transporte (tabela 7), logo as densidades testadas (67, 87, 107 e 133 peixes/L) não tiveram influência sobre a mortalidade ocorrida após 6 horas de transporte. As densidades estabelecidas no presente estudo são menores que a recomendada por Kubtiza (1997) para o transporte de juvenis de tambaqui (2,5 cm) e semelhantes às testadas por Gomes *et al.*, (2006) com juvenis de tambaqui (4 cm). Vale ressaltar que percentual de mortalidade no final do transporte não foi superior a 0,3% por tratamento.

Tabela 7. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado com diferentes densidades, no final do transporte.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	3	14,00	4,67	1,81	0,246
Blocos	2	7,17	3,58	1,39	0,320
Resíduos	6	15,50	2,58	-	-
Total	11	36,67	-	-	-

A mortalidade não variou significativamente com os tratamentos após 30 horas (tabela 8), comprovando que as densidades de 67, 87, 107 e 133 peixes/L não tiveram influência sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui até 30 horas depois do transporte. Gonçalves *et al.*, (2010), transportando juvenis de curimatá *Prochilodus lineatus* (25 g) em densidades de 100, 150 e 250 g/L, registrou percentuais de mortalidade, 96 horas depois do transporte, de respectivamente 3,3%, 3,7% e 5,6% do plantel utilizado. No presente trabalho o percentual de mortalidade nas densidades de 67, 87, 107 e 133 peixes/L, foi respectivamente de 20,3%, 20,2%, 16,6% e 19,2%, contudo deve-se ressaltar o alto índice de

mortalidade ocorrido no bloco 2, elevando os percentuais de mortalidade pós-transporte, uma vez que tal percentual não foi superior a 7% nos demais blocos.

Tabela 8. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado com diferentes densidades, após 30 horas.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	3	0,76	0,25	1,49	0,308
Blocos	2	6,74	3,37	19,76	0,002
Resíduos	6	1,02	0,17	-	-
Total	11	8,53	-	-	-

Quanto à análise da mortalidade ocorrida entre os blocos após 30 horas tem-se que, houve diferença significativa (tabela 8), de maneira que, a condição dos viveiros semi-escavados onde os peixes eram mantidos em tanques-rede, foi um fator limitante para mortalidade dos juvenis de tambaqui após o transporte, se a mesma estivesse vinculada aos tratamentos teria se refletido nos outros blocos, uma vez que cada bloco possuía o mesmo número de unidades experimentais com uma réplica de cada tratamento. Takahashi *et al.*, (2006) concluem que a condição do ambiente de estocagem influencia no perfil de recuperação dos indicadores de estresse de juvenis de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) após transporte.

A figura 20 exhibe a diferença constatada na análise da mortalidade entre os blocos, influenciada principalmente pela mortalidade ocorrida no bloco 2, o mesmo com uma mortalidade logaritimizada em média de 2,8, enquanto que nos blocos 1 e 2 a mesma foi de, respectivamente, 1,1 e 1,5.

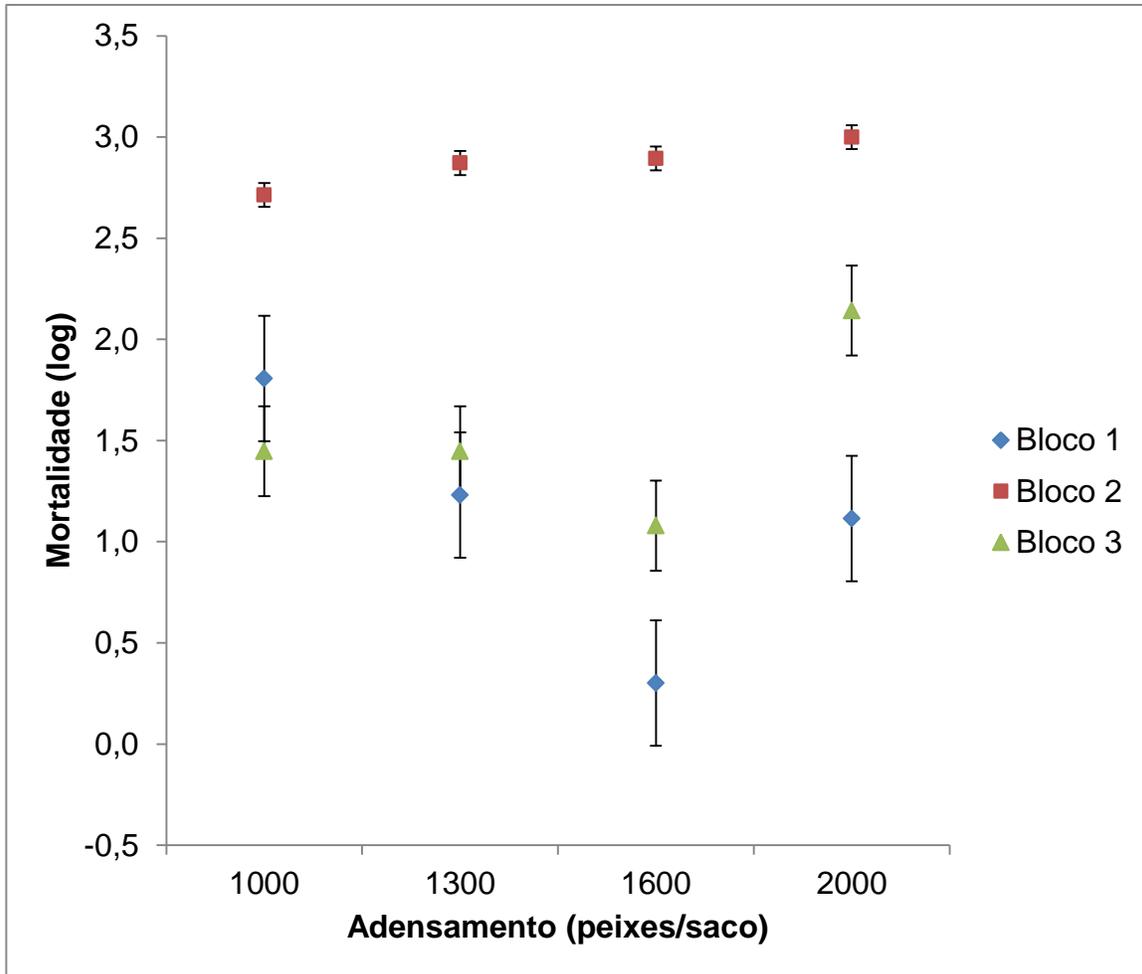


Figura 21. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado com diferentes densidades, após 30 horas.

A mortalidade variou significativamente com o tempo de pós-transporte e entre os blocos (tabela 9) indicando assim que o tempo de pós-transporte e a condição dos viveiros (blocos) utilizados foram capazes de influenciar na mortalidade ocorrida durante o experimento. De acordo com Soares *et al.*, (2009) o tempo de pós-transporte é uma das variáveis mais limitantes para sobrevivência de peixes transportados em sistema fechado. Relatam ainda que o tempo crítico para a sobrevivência dos juvenis de tambaqui foi 14 horas pós-transporte, período onde foi observada a maior mortalidade dos exemplares.

Tabela 9. Análise de variância em blocos casualizados entre o log da mortalidade dos juvenis de tambaqui e os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	4	2,91	0,73	9,71	0,004
Blocos	2	3,42	1,71	22,81	< 0,001
Resíduos	8	0,60	0,07	-	-
Total	14	6,92	-	-	-

A figura 21 mostra a evolução da mortalidade com o tempo de pós-transporte e com os blocos, onde se percebe um aumento na mortalidade até 18h pós-transporte, atingindo seu ápice. Entre 24h e 30h pós-transporte, nota-se o decréscimo da mesma até próximo da nulidade. Tal comportamento se deve, em tese, pelo estresse ocasionado durante o transporte. Chagas *et al.*, (2012) reportam um aumento nos níveis de cortisol e glicose após o transporte de juvenis de tambaqui, em resposta a condições estressantes proporcionadas pelo mesmo, retornando para valores normais após 24 horas. O mesmo comportamento é relatado por Abreu *et al.*, (2008) após o transporte de juvenis de matrinxãs (*Brycon amazonicus*).

Quanto a mortalidade ocorrida no bloco 2, razão da diferença significativa para os blocos 1 e 3, esta não pode estar relacionada ao estresse do transporte intensificado pelos tratamentos, uma vez que cada bloco possuía o mesmo número de unidades experimentais com uma réplica de cada tratamento. Ora se a mesma estivesse relacionada ao transporte teria se replicado nos outros blocos.

Tal mortalidade atípica (bloco 2) deve ter sido causada por condições bióticas e/ou abióticas não analisados neste experimento uma vez que os parâmetros físico-químicos permaneceram dentro dos níveis recomendados para o transporte da espécie (Gomes, 2003b).

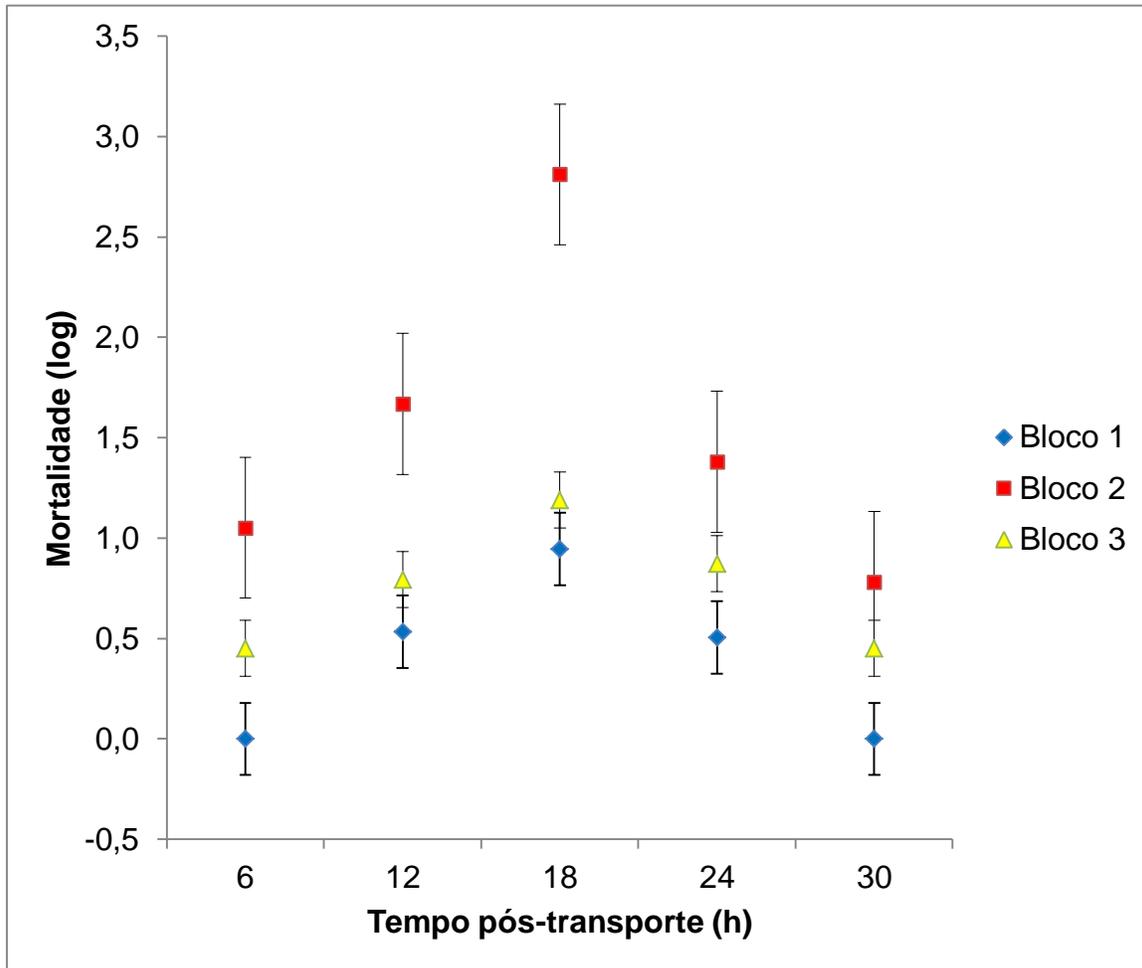


Figura 22. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui transportados com diferentes densidades em sistema fechado até 30 horas depois do transporte.

6.2.2. Qualidade da água

Os valores dos parâmetros de qualidade da água medidos nos tanques de depuração foram, em média, os seguintes: temperatura $27,38\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,10\text{ }^{\circ}\text{C}$; pH $6,25 \pm 0,03$; oxigênio dissolvido $5,10\text{ mg/L} \pm 0,03\text{ mg/L}$; condutividade elétrica $21,98\text{ }\mu\text{S/cm} \pm 0,10\text{ }\mu\text{S/cm}$; nitrogênio amoniacal (N-NH_3) $0,00\text{ mg/L} \pm 0,00\text{ mg/L}$;

Não foi encontrada diferença significativa para os valores dos parâmetros físico-químicos medidos no final do transporte, salvo os valores de condutividade elétrica que foram menores nos tratamentos com densidade de 67 peixes/L (tabela 10), sendo que quanto maior foi a densidade (peixes/L), mais elevada foi a

concentração de íons na água, indicando assim que a perda de íons para água de transporte foi uma resposta a fatores estressantes ocasionados pelo aumento da densidade. Gonçalves *et al.*, (2010) também observaram esta mesma relação para os valores de condutividade, testando diferentes densidades no transporte de juvenis de curimatá *Prochilodus lineatus*, segundo os autores em resposta ao estresse.

Tabela 10. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do transporte de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes densidades. Dados são média \pm erro padrão de 3 réplicas (sacos de transporte). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausentes indicam igualdade, ANOVA e Tukey's post-hoc teste.

Parâmetros	Densidade (peixes/L)				P
	67	87	107	133	
Temperatura (°C)	32,00 \pm 0,06	32,07 \pm 0,15	31,53 \pm 0,12	31,63 \pm 0,22	0,152
pH (unidades)	5,73 \pm 0,28	5,70 \pm 0,20	5,57 \pm 0,17	5,57 \pm 0,12	0,311
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,89 \pm 1,19	5,94 \pm 0,74	7,07 \pm 0,38	5,27 \pm 0,63	0,277
Condutividade elétrica (μ S/cm)	63,80 \pm 1,55 b	85,53 \pm 3,03 a	83,63 \pm 5,75 a	94,70 \pm 1,30 a	0,003
N-NH ₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

Quanto aos parâmetros físico-químicos monitorados nos viveiros semi-escavados durante os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte, não foram constatadas diferenças significativas, exceto para os valores relativos à

temperatura (tabela 11), contudo a diferença observada está relacionada à oscilação natural da mesma ao longo do dia, comum em regiões tropicais (Arana, 2004). Soares *et al.*, (2009) relatam que não houve alterações nos valores de temperatura, pH e condutividade independente da densidade estocagem utilizada (40, 60 e 80 peixes/L) até 12 horas pós-transporte de juvenis de tambaqui.

Tabela 11. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte de juvenis de tambaqui com diferentes densidades. Dados são média \pm erro padrão de 3 réplicas (blocos). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausentes indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Tempo de pós-transporte (h)					P
	6	12	18	24	30	
Temperatura (°C)	29,43 \pm 0,03 bc	28,57 \pm 0,07 cd	27,90 \pm 0,12 d	31,47 \pm 0,50 a	29,93 \pm 0,29 b	< 0,001
pH (unidades)	6,00 \pm 0,06	6,20 \pm 0,06	6,37 \pm 0,19	6,27 \pm 0,09	6,17 \pm 0,09	0,115
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,79 \pm 0,49	6,17 \pm 0,84	4,42 \pm 1,53	10,90 \pm 2,27	9,76 \pm 2,95	0,229
Condutividade elétrica (μS/cm)	43,03 \pm 19,63	42,73 \pm 19,85	42,47 \pm 20,09	48,13 \pm 22,92	53,87 \pm 25,78	0,082
N-NH₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

Quanto à análise dos parâmetros físico-químicos monitorados entre os blocos, nos mesmos intervalos descritos acima, têm-se que, houve diferença significativa somente para os valores de condutividade elétrica (tabela 12).

Sipaúba-Tavares (1994), recomenda valores de condutividade em torno de 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a produção de peixes em viveiros. A maior concentração deste parâmetro foi detectada no bloco 2, indicando uma elevada concentração de nutrientes e a existência de possíveis fontes eutróficas no mesmo (Macedo & Sipaúba-Tavares, 2010).

Tabela 12. Parâmetros de qualidade da água medidos entre os blocos utilizados durante o experimento. Dados são média \pm erro padrão de 5 réplicas (intervalos de tempo pós-transporte). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausentes indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Blocos			P
	1	2	3	
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	29,38 \pm 0,46	29,74 \pm 0,79	29,26 \pm 0,60	0,245
pH (unidades)	6,08 \pm 0,04	6,34 \pm 0,08	6,18 \pm 0,11	0,060
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,24 \pm 0,31	8,92 \pm 2,61	7,26 \pm 1,38	> 0,050
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	10,98 \pm 0,14 c	85,54 \pm 4,09 a	41,62 \pm 2,75 b	< 0,001
N-NH ₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

6.3. Experimento 3 – Efeito da duração do tempo de transporte

6.3.1. Mortalidade

Não houve diferença estatística significativa entre a mortalidade dos juvenis de tambaqui e os tratamentos no final do transporte, indicando assim que os tempos de transporte testados (6h, 12h, 18h e 24h) não tiveram influência sobre a mortalidade ocorrida no final do transporte (tabela 13). Gomes *et al.*, (2006) trabalhando com juvenis de tambaqui (3 – 5 cm) transportados durante 6h, 12h, 18h e 24h na densidade de 133 peixes/L, relatam que o percentual de mortalidade no final do transporte foi respectivamente de 5%, 25%, 75% e 75%. No presente experimento o percentual de mortalidade, em média, nos respectivos intervalos de tempo, descritos acima, foi de 0,15%, 0,29%, 0,06% e 0,22%.

Os diferentes percentuais de mortalidade encontrados entre o presente experimento e o de Gomes *et al.*, (2006) podem estar relacionadas à diferença de peso (g) dos juvenis e a capacidade total (L) dos sacos de transporte, utilizados em cada trabalho. Por outro lado, a qualidade dos juvenis pode ser um fator relevante, uma vez que os juvenis utilizados pelo autor foram adquiridos em uma estação de reprodução pública, a qual o próprio autor reporta como fator limitante, já os do presente experimento foram oriundos de estação de reprodução particular com relativa tradição na atividade.

Tabela 13. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante 6h, 12h, 18h e 24h.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	3	30,92	10,31	1,05	0,436
Blocos	2	57,17	28,58	2,92	0,131
Resíduos	6	58,83	9,81	-	-
Total	11	146,92	-	-	-

A mortalidade não variou significativamente com os tratamentos após 30 horas (tabela 14), mostrando que as durações de 6h, 12h, 18h e 24h no tempo de transporte não tiveram influência sobre a mortalidade de juvenis de tambaqui até 30 horas depois do final do transporte. Gomes *et al.*, (2006) reportam que até 96h depois do transporte de juvenis de tambaqui durante 6h, 12h, 18h e 24h o percentual de mortalidade foi igual ou superior a 75%. No presente experimento, o percentual de mortalidade, em média, nos respectivos intervalos de tempo, descritos acima, foi de 8,9%, 4,9%, 3,6% e 2,4%.

Tabela 14. Análise de variância em blocos casualizados da mortalidade de juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante diferentes tempos de transporte, após 30 horas.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	3	1,29	0,43	1,93	0,226
Blocos	2	7,21	3,60	16,17	0,004
Resíduos	6	1,34	0,22	-	-
Total	11	9,84	-	-	-

Entretanto houve diferença significativa entre os blocos (tabela 14), indicando que a condição dos viveiros semi-escavados (blocos) pode ter sido um fator limitante para mortalidade dos juvenis de tambaqui após o transporte. A condição do ambiente de estocagem pode influenciar no perfil de recuperação de estresse pós-transporte em peixes (Takahashi *et al.*, 2006).

A mortalidade ocorrida no bloco 2 foi a principal razão da diferença encontrada entre os blocos (figura 22). Os blocos 1 e 3 tiveram uma mortalidade logaritimizada em média de respectivamente, 0,8 e 0,7, já no bloco 2 a mesma foi de 2,4.

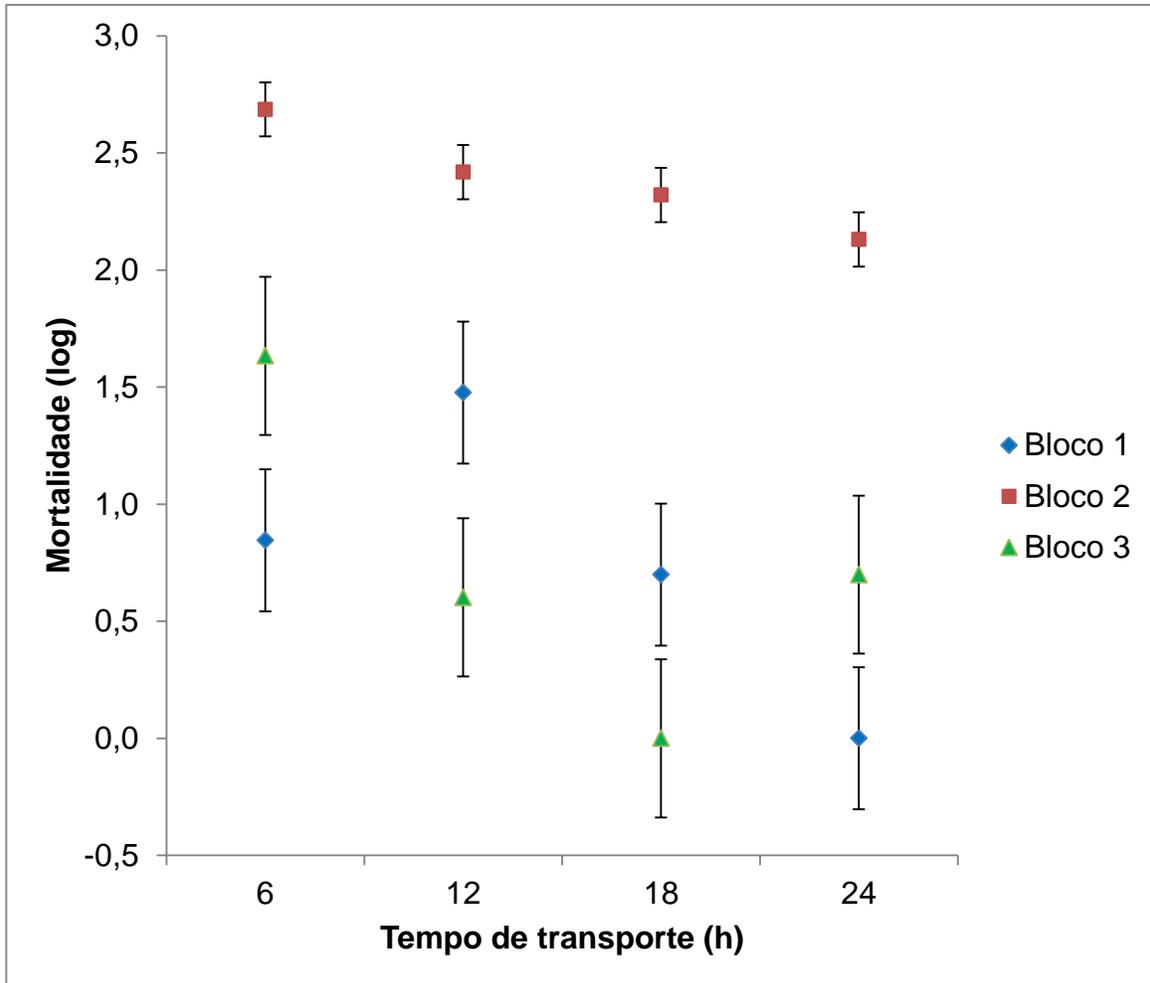


Figura 23. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tambaqui, transportados em sistema fechado durante 6h, 12h, 18h e 24h, após 30 horas em tanques-rede.

Não houve diferença significativa entre a mortalidade e o tempo pós-transporte (6h, 12h, 18h, 24h e 30h) dentro dos blocos analisados (tabela 15), evidenciando que não houve alteração na mortalidade dos juvenis de tambaqui até 30 horas depois do transporte. Porém houve diferença significativa quanto a mortalidade ocorrida entre os blocos (viveiros), apontando que as condições dos viveiros foram tão diferentes a ponto de influenciar na mortalidade dos juvenis após o transporte.

Tabela 15. Análise de variância em blocos casualizados entre o log da mortalidade dos juvenis de tambaqui e os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte.

Causa da variação	G.L.	S.Q.	Q.M	F	P
Tratamentos	4	1,62	0,41	2,66	0,111
Blocos	2	3,69	1,84	12,11	0,004
Resíduos	8	1,22	0,15	-	-
Total	14	6,53	-	-	-

A figura 23 mostra que a diferença encontrada se deu em virtude da mortalidade ocorrida no bloco 2, este por sua vez, com uma mortalidade logaritimizada de 1,3, teve média bem superior a dos blocos 1 e 3, com média de 0,2 cada. Tal mortalidade pode ter ocorrido devido a condições bióticas e/ou abióticas não monitoradas no presente experimento, uma vez que os parâmetros físico-químicos monitorados ficaram dentro dos limites recomendados para o desenvolvimento de juvenis em cultivo (Boyd, 1996; Cavero *et al.*, 2009).

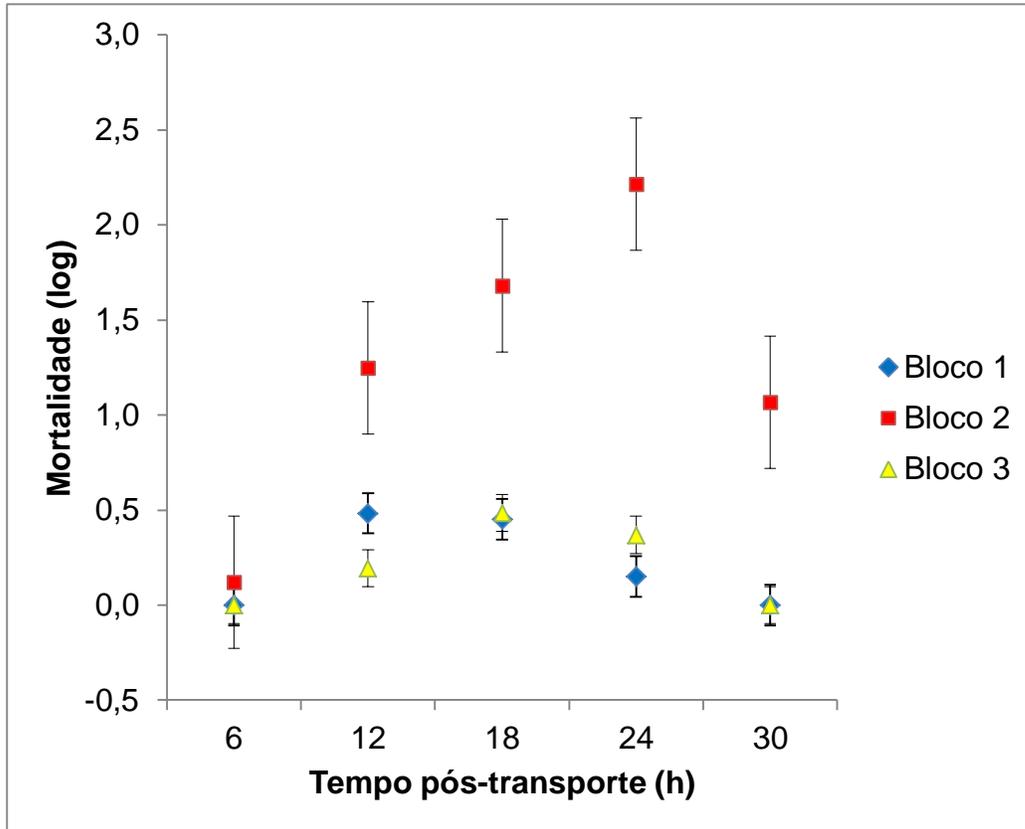


Figura 24. Log da mortalidade por bloco dos juvenis de tabaqui, transportados em sistema fechado durante diferentes tempos de transporte, até 30 horas depois do final do transporte.

6.3.2. Qualidade da água

Os valores dos parâmetros de qualidade da água medidos nos tanques de depuração foram, em média, os seguintes: temperatura $27,40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,04\text{ }^{\circ}\text{C}$; pH $5,05 \pm 0,03$; oxigênio dissolvido $5,56\text{ mg/L} \pm 0,04\text{ mg/L}$; condutividade elétrica $21,08\text{ }\mu\text{S/cm} \pm 0,09\text{ }\mu\text{S/cm}$; nitrogênio amoniacal (N-NH₃) $0,00\text{ mg/L} \pm 0,00\text{ mg/L}$.

Houve diferença significativa quanto aos valores dos parâmetros físico-químicos medidos no final do transporte, com exceção dos valores de pH e N-NH₃ que não se alteraram apesar dos diferentes tempos de transporte (tabela 16).

Não foram observadas alterações nas concentrações de nitrogênio amoniacal total, explicadas em parte pelo peso médio dos juvenis (0,259 g). Segundo Ismiño-Orbe *et al.*, (2003) a quantidade de amônia excretada está diretamente relacionada a massa do tambaqui. Em parte devido ao teor mais ácido (pH \cong 5) da água utilizada durante o transporte. Gomes *et al.*, (2003a) relatam que apenas 0,08% da amônia, excretada por juvenis de tambaqui, esteve em forma tóxica (NH₃) por efeito da acidez da água (pH = 5) utilizada no experimento.

As altas concentrações de oxigênio dissolvido encontradas nos sacos mesmo depois de 12 e 18 horas de transporte provavelmente devem estar relacionadas à supersaturação durante a injeção de oxigênio nos sacos plásticos antes do transporte (Oliveira *et al.*, 2009).

A condutividade teve uma relação direta com o aumento no tempo de transporte, indicando que o aumento na duração e intensidade de uma situação estressante pode proporcionar um desequilíbrio iônico acentuado nos juvenis durante o transporte (Kubtiza, 1998).

Tabela 16. Parâmetros de qualidade da água medidos no final do transporte de juvenis de tambaqui transportados durante diferentes tempos de transporte. Dados são média \pm erro padrão de 3 réplicas (sacos de transporte). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausente indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Tempo de transporte (h)				P
	6	12	18	24	
Temperatura (°C)	31,70 \pm 0,15 a	29,80 \pm 0,12 b	28,80 \pm 0,12 c	28,53 \pm 0,09 c	< 0,001
pH (unidades)	5,13 \pm 0,23	5,03 \pm 0,07	4,93 \pm 0,07	5,33 \pm 0,15	0,240
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,16 \pm 0,78 ab	8,63 \pm 1,36 ab	9,73 \pm 1,56 a	3,02 \pm 0,33 b	0,027
Condutividade elétrica (μS/cm)	78,33 \pm 4,47 c	125,90 \pm 6,97 bc	181,50 \pm 9,44 b	319,00 \pm 36,04 a	< 0,001
N-NH₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

Quanto aos parâmetros físico-químicos medidos nos viveiros semi-escavados (blocos) durante os intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte, não houve diferença significativa para os valores obtidos em nenhum dos parâmetros (tabela 17), de maneira que os mesmos permaneceram iguais mesmo depois de 30 horas. Carvalho *et al.*, (2009) também não encontrou diferenças significativas para os valores de temperatura, pH e oxigênio em

nenhum dos tempos amostrados, antes e depois do transporte de juvenis de tambaqui.

Tabela 17. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes tempos de transporte. Dados são média \pm erro padrão de 3 réplicas (blocos). Médias em linha não foram diferentes significativamente, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Tempo de pós-transporte (h)					P
	6	12	18	24	30	
Temperatura (°C)	29,26 \pm 0,19	29,16 \pm 0,21	29,04 \pm 0,25	28,98 \pm 0,22	29,06 \pm 0,07	0,357
pH (unidades)	6,05 \pm 0,09	6,10 \pm 0,11	6,07 \pm 0,19	5,98 \pm 0,25	5,92 \pm 0,31	> 0,050
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,16 \pm 0,15	6,33 \pm 0,28	6,14 \pm 0,45	6,42 \pm 0,60	6,68 \pm 0,77	> 0,050
Condutividade elétrica (μ S/cm)	47,14 \pm 15,8	45,68 \pm 15,71	40,33 \pm 19,58	40,78 \pm 19,99	42,22 \pm 21,27	> 0,050
N-NH ₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

Em relação à análise dos parâmetros físico-químicos monitorados nos mesmos intervalos descritos acima, entre os blocos (viveiros) pode-se dizer que, houve diferença significativa para todos os parâmetros físico-químicos medidos durante o experimento, salvo os valores de N-NH₃ que permaneceram nulos (tabela 18). De acordo com os limites recomendados por Cavero *et al.*, (2009) os valores encontrados no presente experimento se mantiveram dentro das faixas ideais para o desenvolvimento de juvenis em cultivo.

Tabela 18. Parâmetros de qualidade da água medidos em intervalos de 6h, 12h, 18h, 24h e 30h pós-transporte de juvenis de tambaqui entre os blocos utilizados durante o experimento. Dados são média \pm erro padrão de 5 réplicas (intervalos de tempo pós-transporte). Médias em linha representadas por letras diferentes são diferentes significativamente, letras ausente indicam igualdade, ANOVA e Teste de Tukey post-hoc.

Parâmetros	Blocos			P
	1	2	3	
Temperatura (°C)	28,85 \pm 0,11 b	29,44 \pm 0,08 a	29,01 \pm 0,01 b	0,002
pH (unidades)	6,15 \pm 0,02 a	6,27 \pm 0,02 a	5,66 \pm 0,11 b	< 0,001
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,52 \pm 0,16 b	6,52 \pm 0,21 a	7,00 \pm 0,23 a	0,004
Condutividade elétrica (μ S/cm)	34,53 \pm 0,62 b	78,56 \pm 1,04 a	16,59 \pm 3,89 c	< 0,001
N-NH ₃ (mg/L)	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	-

7. CONCLUSÕES

- A relação água:oxigênio, a densidade e a duração do tempo de transporte não são capazes de influenciar a mortalidade de juvenis de tambaqui no final e até 30 horas depois do transporte.
- A condição biótica e/ou abiótica dos viveiros é um fator limitante para a mortalidade de juvenis de tambaqui até 30 horas após o transporte em sistema fechado.
- Os parâmetros de qualidade da água não influíram na mortalidade dos juvenis de tambaqui no final e até 30 horas após o transporte.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. S., OCHOA, A. I. S., GONÇALVES, F. D., URBINATII, E. C. Stress responses of juvenile matrinxã (*Brycon amazonicus*) after transport in a closed system under different loading densities. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.5, p.1413-1417, 2008.

AGUIAR, J. P. Identificação e variação genética de *Colossoma macropomum* e seus híbridos, nativos e de cativeiros da região oeste do Pará. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia. Santarém, 2012, 92 p.

ALMEIDA-VAL, V. M. F.; VAL, A. L. A adaptação de peixes aos ambientes de criação. In: VAL, A.L.; HONCZARICK, A. (eds). *Criando peixes na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, 1995, p. 45-59.

AMAZONAS. Secretária de Estado de Produção Rural. Secretária Executiva de Pesca e Aquicultura. Relatório técnico: situação atual da piscicultura no Estado do Amazonas. Manaus: SEPROR/SEPA, 2010.

ANJOS, G. M.; MARTINS, A. S.; SOARES, E. C.; MELO, J.; SANTOS, E. J. S.; DANTAS, L. H. N. Mortalidade no transporte do curimatã-pacu (*Prochilodus argenteus*), *Rev. Bras. Eng. Pesca*, v.3, p. 91- 96, 2008.

ANJOS, G. M.; SOARES, E. C.; DANTAS, L. H. N.; SANTOS, R. B.; PINHEIRO, D. M.; ALBUQUERQUE, A. A. Eugenol, sal e gesso no transporte de tambaqui em sistemas fechados. *PUBVET*, Londrina, v. 5, n. 10, 2011.

ARANA, L. V. Princípios químicos de qualidade de água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões. Florianópolis: UFSC, 2004. 166 p.

ARBELÁEZ-ROJAS. G. A., FRACALOSSO, D. M. & FIM, J. D. I. Composição corporal de tambaqui, *Colossoma macropomum*, e matrinxã, *Brycon cephalus*, em sistemas de cultivo intensivo, em igarapé, e semi-intensivo, em viveiros. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31(3), p. 1059-1069, 2002.

BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212p.

BALDISSEROTTO, B., GOMES, L. C. Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 2. ed. Ver. E ampl. – Santa Maria: Ed. Da UFSM, 2010. 608 p.

BERKA, R., The transport of live fish. A review. EIFAC Technical Papers, FAO, Rome, Italy, 1986. v.48, 57p, 1986.

BITTENCOURT, F.; NEU, D. H.; DIEMER, O.; RORATO, R. R.; LUI, T.; FERNANDES, D. R.; BOSCOLO, W. R. Transporte simulado de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen*, por 12 horas em diferentes temperaturas. In: II Simpósio Nacional de Engenharia de Pesca, 2010.

BOYD, C. E. Water quality in ponds for aquaculture. Auburn: Auburn University, 1996. 482 p.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. Acta Amazonica, v. 36(3), p. 349-356, 2006.

BRANDÃO, F. R.; GOMES, L. C.; CRESCÊNCIO, R.; CARVALHO, E. S. Uso de sal durante o transporte de juvenis (1kg) de pirarucu (*Arapaima gigas*). Acta Amazônica, v. 38(4), p. 767 – 772, 2008.

BRASIL. Boletim estatístico da pesca e aquicultura - Brasil 2010. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf. Acessado em 25/09/2012.

CARVALHO, E. S., GOMES, L. C., BRANDÃO, F. R., CRESCÊNCIO, R., CHAGAS, E. C., ANSELMO, A. A. S. Uso do probiótico Efinol®L durante o transporte de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.61, n.6, p.1322-1327, 2009.

CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M. F.; BORDINHON, A. M.; FONSECA, F. A. L.; ITUASSÚ, D. R.; ROUBACH, R.; ONO, E. A. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 39, n. 5, p. 513-516, 2004.

CAVERO, B. A. S.; RUBIM, M. A. L.; MARINHO-PEREIRA, T. Criação comercial do tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). In TAVARES-DIAS, M. Organizador. Manejo e sanidade de peixes em cultivo [recurso eletrônico]. Macapá: Embrapa Amapá, p. 36-45, 2009.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; BOIJINK, C. L.; INOUE, L. A. K. A.; GOMES, L. C.; MORAES, F. R. Respostas de tambaquis ao estresse por transporte após alimentação com dietas suplementadas com b-glucano. Revista Biotemas, v. 25(4), dez. 2012.

CRESCÊNCIO, R. Ictiofauna brasileira e seu potencial para criação. In: - Espécies nativas para piscicultura no Brasil. 1 ed. Santa Maria: Editora ufsm, p. 23-33, 2005.

COSTA, L. R. F. Subsídios ao manejo do tambaqui (*Colossoma macropomum*) na várzea do médio Solimões: pesca, dinâmica de populações, estimativa de densidade e dispersão. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1998. 76p. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Universidade Federal do Amazonas, 1998.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S. & SANTOS, G. M.; Peixes comerciais do Médio Amazonas – região de Santarém. Brasília, ed. IBAMA, p.211, 1998.

FISHBASE. World Wide Web electronic publication. Ed. by R. Froese, and D. Pauly, www.fishbase.org, 2010.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; ROUBACH, R.; URBINATI, E. C. Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 38, p. 283-290, 2003 a.

GOMES, L. C. Protocolo para o transporte de tambaqui (*Colossoma macropomum*) vivo. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos; 27), 20 p, 2003b.

GOMES, L. C.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; ROUBACH, R. Transportation of juvenile tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a closed system. *Braz. J. Biol.*, v. 66(2A), p. 493-502, 2006.

GONÇALVES, A. F. N.; TAKAHASHI, L. S.; URBINATI, E. C.; BILLER, J. D.; FERNANDES, J. B. K.; Transporte de juvenis de curimatá *Prochilodus lineatus* em diferentes densidades. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 32, n. 2, p. 205-211, 2010.

GROTTUM, J. A.; STAURNES, M.; SIGHOLT, T. Effect of oxygenation, aeration and pH control on water quality and survival of turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), kept at high densities during transport. *Aquaculture Research*, Oxford, v. 28, n. 2, p. 159-164, 1997.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important amazonian food fish. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.1, n.2, p.107-133, 1982

GOULDING, M. The fishes and the forest: explorations in Amazonian Natural History. Berkeley: University of California Press, 1980. 200 p.

HONDA, E. M. S. Contribuição ao conhecimento de peixes do Amazonas. II. Alimentação do tambaqui, *Colossoma bidens*. *Acta Amazônica*, v.4, p.47-53, 1974.

HEISLER, N. Acid-Base regulation in fishes. In: N. Heisler (Ed.), *Acid-Base Regulation in Animals*, p. 309-356, 1986.

ISMIÑO-ORBE, R. A.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Excreção de amônia por tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 38, n. 10, p. 1243-1247, out. 2003.

KUBITZA, F. Transporte de peixes vivos. Parte 1. *Panorama da Aquicultura*, v.7, p. 20-26, 1997.

KUBITZA, F., 1998. Técnicas de transporte de peixes vivos. Campo Grande: Conceito. 44 p.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 36(2), p. 149 – 163, 2010.

MAGOLECCIA, F. Lista de los peces de Venezuela incluindo un estudio preliminar sobre la ictiofauna del país. Ministerio de Agricultura. Caracas. 1970.

NUNES, E. S. S.; CAVERO, B. A. S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação do tambaqui. *Pesq. Agrop. Brasil.*, v. 41, p. 139-143, 2006.

OLIVEIRA, J. R.; CARMO, J. L.; OLIVEIRA, K. K. C.; SOARES, M. C. F. Cloreto de sódio, benzocaína e óleo de cravo-da-índia na água de transporte de tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1163-1169, 2009.

OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade*, v.2, nº1, 2009.

OSTRENSKY, A., BOERGER, W. *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo*. 1 Ed. Guaíba, RS: Agropecuária, 1998, 211 p.

PARENTE, V. M.; OLIVEIRA-JÚNIOR, A. R.; COSTA, A. M. *Potencialidades Regionais: estudo de viabilidade econômica: Sumário executivo*. Manaus. Superintendência da Zona Franca de Manaus. 2003.

RINGUELET, R. A.; ARAMBURU, R. H.; ARAMBURU, A. Los peces argentinos de agua doce. Comisión de Investigación Científica. Buenos Aires. 1967.

SANTOS, M. C. F. Caracterização da diversidade genética de populações naturais de tambaqui (*Colossoma macropomum*) através de marcadores moleculares: uma contribuição para conservação da espécie. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas. 2010.

SILVA, J. A. M. Nutrientes, energia e digestibilidade aparente de frutos e sementes consumidos pelo tambaqui (*Colossoma macropomum*, CUVIER, 1818) nas florestas inundáveis da Amazônia central. Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 1997. 149p. Tese (Doutorado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior) – Universidade Federal do Amazonas , 1997.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Limnologia Aplicada à Aqüicultura. Jaboticabal: FUNEP, (Boletim Técnico do CAUNESP), 1994.

SOARES, E. C.; ANJOS, G. M.; LINO, J. J. S.; BARBOSA, J. M.; SANTOS, N. L.; SANTOS, R. B.; PINHEIRO, D. M.; ALBUQUERQUE, A. A. Estresse no transporte de juvenis de tambaqui e tilápia-do-Nilo. Ver. Bras. Eng. Pesca, v. 4(2), p. 79-88, 2009.

SWANN, L. Transport fish in bags. Technical report, Sea Grant Program, Purdue University, Illinois – Indiana, 4p, 1992.

TAKAHASHI, L. S.; ABREU, J. S.; BILLER, J. D. URBINATI, E. C. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacús juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. Acta Sci. Anim. Sci. Maringá, v. 28, n. 4, p. 469-475, oct./dec., 2006.

VILLACORTA-CORRÊA, M. A. Estudo de idade e crescimento do tambaqui *Colossoma macropomum* (Characiformes:Characidae) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, 217p, 1997.

WEDEMEYER, G. A. Physiology of fish in intensive culture systems. Chapman & Hall, New York, USA. 232p, 1996.

URBINATI, E. C., ABREU, J. S., CAMARGO, A. C. S., LANDINES, M. A. P. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*, Characidae) at various densities. Aquaculture, vol. 229, n. 4, p. 389-400, 2004.

URBINATI, E. C., CARNEIRO, P. C. F. Adição de cloreto de sódio à água de transporte e respostas fisiológicas do matrinxã *Brycon amazonicus* (Teleost: Characidae). Acta Amazonica, v. 36, n. 4, p. 569-572, 2006.

ZANIBONI-FILHO, E., NUÑER, A. Reprodução de peixes migradores de água doce. pp. 45-74. In: - Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. 1 ed. São Paulo: Editora TecArt. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2004.

9. CRONOGRAMA

Atividades	2011												2012											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Execução de créditos		R	R	R	R	R	R	R	R	R														
Revisão bibliográfica			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Elaboração do plano de mestrado			R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Exame de pré-qualificação						R																		
	2013																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
Revisão bibliográfica	R	R	R	R	R																			
Elaboração do plano de mestrado	R	R																						
Exame de qualificação			R																					
Aquisição dos peixes						R																		
Execução dos experimentos						R																		
Análises laboratoriais						R																		
Análises de dados						R	R	R																
Redação da dissertação							R	R	R	R	R													
Entrega da dissertação												R												

(O período limite para realização do programa de mestrado é de 24 meses.)

(R: realizado; P: previsto;)