

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E**  
**ENGENHARIA DE PESCA**

**THALES SERRANO SILVA**

Avaliação da taxa de mortalidade no transporte industrial de Tilápia,  
*Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758)

Toledo  
2014

**THALES SERRANO SILVA**

Avaliação da taxa de mortalidade no transporte industrial de Tilápia,  
*Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca

Orientador: Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana

Toledo  
2014

Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca Universitária  
UNIOESTE/Campus de Toledo.  
Bibliotecária: Marilene de Fátima Donadel - CRB – 9/924

S586a Silva, Thales Serrano  
Avaliação da taxa de mortalidade no transporte industrial de  
Tilápias, *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) / Thales  
Serrano Silva. -- Toledo, PR : [s. n.], 2014.  
24 f., : il.

Orientador: Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia  
de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Campus  
de Toledo. Centro de Engenharias e Ciências Exatas.

1. Engenharia de pesca – Dissertações 2. Piscicultura –  
Transporte, estresse e estocagem 3. Tilápia (LINNAEUS, 1758)  
(*Oreochromis niloticus*) - Manejo e estresse - 4. Peixes -  
Transporte - Taxa de sobrevivência e mortalidade 5. Tilápia  
(Peixe) - Transporte Mortalidade I. Piana, Pitágoras Augusto,  
Orient. II. T.

CDD 20. ed. 639.3758

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**THALES SERRANO SILVA**

Avaliação da taxa de mortalidade no transporte industrial de Tilápia,  
*Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Nível de Mestrado, do Centro de Engenharias e Ciências Exatas, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

### COMISSÃO JULGADORA

---

Prof. Dr. Pitágoras Augusto Piana  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Presidente)

---

Prof. Dr. Nyamien Yahaut Sebastien  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Zacarkim  
Universidade Federal do Paraná

Aprovada em: 25/04/2014

Local de defesa: Mini auditório do Gerpel-UNIOESTE/*Campus* de Toledo

Avaliação da taxa de mortalidade no transporte industrial de Tilápia,  
*Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758)

**RESUMO**

Com o crescimento da aquicultura até mesmo pequenas taxas de mortalidade assumem grandes prejuízos, logo, este estudo teve o objetivo de avaliar possíveis causas de óbitos em peixes no transporte em escala industrial. Assim, foram examinadas oito variáveis abióticas de qualidade de água: temperatura da água, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, nitrito, pH, condutividade elétrica e turbidez, além de tempo e densidade de transporte e diferença de gradiente das variáveis desde a captura até o final do transporte. Para isto foram realizadas dez amostragens entre setembro/2013 e fevereiro/2014, na região oeste do Paraná. As coletas de água foram realizadas em três momentos diferentes durante o processo de transporte, pois foi necessário subdividi-las para obter a diferença de gradiente das variáveis ambientais assim como identificar qual a etapa mais crítica do processo. Para caracterizar a qualidade da água, as variáveis abióticas foram sumarizadas através de Análise de Componentes Principais (ACP). A amplitude conjunta das variáveis foi sumarizada num índice denominado variação no gradiente ambiental ( $\Delta G$ ). Na sequência, para verificar quais variáveis estiveram associadas às mortalidades, foi utilizado o modelo Probit nas regressões lineares. Ambas as análises foram avaliadas ao nível de significância de cinco por cento. Na APC foram retidos três eixos principais, os quais indicaram altas concentrações de nitrito para o tempo viveiro, no momento carregamento as variáveis analisadas apresentaram-se satisfatórias e o momento descarregamento apresentou água com elevados índices de nitrato, condutividade elétrica e amônia. Nas regressões lineares o nitrito mostrou-se significativo para mortalidade no tempo viveiro, temperatura da água e condutividade elétrica para o carregamento e oxigênio dissolvido e amônia no momento descarregamento. Mudanças abruptas de gradiente das variáveis não ocasionaram mortalidade dos peixes e os resíduos nitrogenados encontrados em grandes concentrações ao final do transporte interferem na mortalidade dos peixes. Com isso pode-se sugerir que os peixes estão submetidos à estresse antes do processo de transporte devido má qualidade da água no momento viveiro.

**Palavras-chave:** Variável Abiótica, Resíduo Nitrogenado, Diferença de Gradiente

Assessment of mortality in the industrial transport Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

**ABSTRACT**

*With the growth of the aquaculture even small mortality rates take big losses, so this study was goal to evaluate possible causes of death in fish at industrial scale in transportation. So eight abiotic variables of water quality were examined: water temperature, dissolved oxygen, ammonia, nitrate, nitrite, pH, conductivity and turbidity, as well transportation time and density and gradient difference of the variables from the catch to the end transport. For this ten samplings between setembro/2013 and fevereiro/2014 were performed in western Paraná. The water sampling were performed at three different times during the transport process, because it was necessary to subdivide them for obtain the difference in gradient of environmental variables and identify which is the most critical step of the process. To characterize the quality of water, the abiotic variables were summarized using Principal Component Analysis (PCA). The combined variation of variables was summarized in an index called variation in environmental gradient ( $\Delta G$ ). Further, to verify which variables were associated with mortality, the Probit model was used in the linear regressions. Both analyzes were evaluated at a significance level of five percent. APC in three main axes, which indicated high concentrations of nitrite for time pond, in loading the variables analyzed were satisfactory and unloading time had water with high levels of nitrate, electrical conductivity and ammonia. In linear regressions nitrite was significant for mortality in pond time, water temperature and electrical conductivity for loading and ammonia and dissolved oxygen for unloading time. Abrupt changes in gradient of the variables did not cause fish mortality and nitrogenous waste found in large concentrations at the end of the transport interfered in fish mortality. With that suggest that fish are subjected to stress before the transport process due to bad quality of water pond.*

**Keywords:** *Abiotic Variable, Nitrogenous Waste, difference gradient*

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da publicação científica Aquaculture. Disponível em: <<http://http://www.journals.elsevier.com/aquaculture/>>\*

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	9
2.1 Protocolo amostral.....	9
2.2 Análise de dados.....	11
3. RESULTADO .....	12
4. DISCUSSÃO.....	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	20
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21

## 1. INTRODUÇÃO

A produção aquícola é uma das atividades que mais crescem no Brasil e no mundo (FAO, 2014; Meurer *et al.*, 2012), devido a busca por alimentos mais saudáveis (Ostrensky *et al.*, 2008) e a sobrepesca dos principais estoques pesqueiros mundiais (FAO, 2014; Froese, 2004). A tilápia é a grande responsável por este cenário, pois é a espécie de peixe mais cultivada no Brasil. Algumas das razões da grande produção desta espécie são suas características biológicas, como reprodução parcelada com altos índices de sobrevivência e rápida maturação sexual (Bombardelli *et al.*, 2007), além de apresentar elevada taxa de crescimento e não requerer alimentos com elevados níveis proteicos (Boscolo *et al.*, 2001).

No entanto, a crescente demanda de pescado fez com que a atividade crescesse de forma desordenada e por esse motivo diversos produtores tiveram problemas com qualidade da água, parasitoses e doenças no meio de cultivo (Kubitza, 2007), o que ocasionou grandes mortalidades e prejuízos. Com a evolução tecnológica do setor, que deu início ao final da década de 90 no Brasil, problemas referente a produção foram atenuados, embora atividades como o transporte de peixes seguiu com obstáculos (Kubitza, 2007).

Alguns pesquisadores avaliam apenas a reprodução e o processamento do pescado como gargalo da cadeia produtiva, mas perdas por mortalidade em transporte de peixe são comuns (Johnson e Metcalf, 1982; Becker *et al.*, 2013) e por isso é uma das grandes dificuldades da cadeia produtiva do pescado. Essa problemática ocorre devido falta de conhecimento referente ao manejo de transporte onde algumas técnicas são empregadas, a fim de mitigar as perdas por mortalidade, tais como: administração de sal (Gomes *et al.*, 2003), anestésicos (Vidal *et al.*, 2007), trocas parciais de água durante o transporte, jejum do peixe antes do transporte, controle da temperatura da água e dos níveis de oxigênio (Kubitza, 2007).

A ausência dos manejos citados, ou mesmo a utilização isolada de algumas boas práticas podem acarretar estresse em peixes (Moyle e Cech, 1988). O estresse desencadeia a Síndrome de Adaptação Geral (SAG), que é dividida em três respostas: primária, na qual ocorre aumento significativo de corticosteroides e catecolaminas; secundária, que desencadeia aumento dos batimentos cardíacos e fluxo sanguíneo, da permeabilidade da membrana celular (Zeppenfeldt *et al.*, 2014); e terciária, que diminui a resistência dos peixes a parasitas (Mazeud *et al.*, 1977), abrindo caminho também para infecções por bactérias e fungos (Moyle e Cech, 1988) e conseqüentemente a morte.

O estresse na piscicultura pode ocorrer por várias situações, como altas densidades de estocagem (Garcia, *et al.*, 2013), manejo repetitivo ou prolongado (Urbinati *et al.*, 2004), duração de transporte (Becker *et al.*, 2013), baixos níveis de oxigênio dissolvido (Liew *et al.*, 2013), altas concentrações de resíduos nitrogenados (Haegreavs, 1998), diferenças repentinas de gradiente das variáveis (Inoue *et al.*, 2008), entre outros, sendo que todos estes fatores ocorrem também no processo de transporte dos peixes.

A partir disso, este estudo avaliou possíveis fatores causadores de mortalidades no processo de despesca e transporte. Especificamente, foram testadas as variáveis: temperatura da água, oxigênio dissolvido, amônia, nitrato, nitrito, pH, condutividade elétrica, turbidez, duração do transporte, densidade das cargas e as variações dos gradientes dessas variáveis que ocorreram durante o processo de despesca. Logo, o estudo realizado teve o objetivo, de avaliar se a mortalidades dos peixes é ocasionada pelos fatores ocorridos no próprio processo de transporte, através da verificação da importância das diferenças de gradiente das variáveis analisadas, além de identificar quais variáveis analisadas assumem papel preponderante na mortalidade de peixes no processo de transporte em escala industrial.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***2.1 Protocolo amostral***

O protocolo amostral consistiu no acompanhamento de dez despescas ocorridas em viveiros de engorda da região Oeste do Paraná, entre o período de setembro de 2013 e fevereiro de 2014 (Tabela 1). Nenhuma técnica de manejo foi sugerida nas despescas, apenas foram mensuradas algumas variáveis físicas e químicas da água com potencial para causar a morte de espécimes de peixes nesse processo.

**Tabela 01: Amostragens realizadas em relação aos municípios e as épocas de coletas.**

Amostragens	Município	Data
A	Toledo	jun-13
B	Nova Aurora	set-13
C	Nova Aurora	set-13
D	Nova Aurora	set-13
E	Marechal C. Rondon	set-13
F	Nova Santa Rosa	fev-14
G	Nova Santa Rosa	fev-14
H	Nova Santa Rosa	fev-14
I	Nova Santa Rosa	fev-14
J	Cafelândia	fev-14

As variáveis mensuradas *in loco* foram: temperatura da água em °C através de termômetro de bulbo e oxigênio dissolvido em mg/l com oxímetro digital modelo YSI 550A. Já as outras variáveis: pH (verificado com pHmetro digital modelo Digimed DM-2P), condutividade elétrica (mensurada em  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , através de condutímetro digital modelo Digimed DM 3P), turbidez (obtido em NTU com turbidímetro digital policontrol modelo AP 2000-IR), amônia (obtido em mg/l, pelo método proposto por Korollef *et al.*, 1976), nitrato (mensurado em mg/l pelo método sugerido por Mackereth *et al.*, 1978) e nitrito (atingido em mg/l pelo critério determinado por Strickland e Parsons, 1972) foram obtidas no laboratório de Limnologia do Grupo de Estudo em Recursos Pesqueiros e Limnologia (Gerpel), na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Além destas, foram obtidos o tempo total gasto no processo de despesca (min), a quantidade de peixes transportados e a quantidade de peixes mortos durante o processo.

Tais variáveis foram tomadas em três momentos distintos do processo que envolveu a despesca e o transporte: M1) no viveiro, durante a realização da despesca; M2) imediatamente antes dos peixes serem alocados na caixa de transporte; M3) na caixa de transporte, imediatamente antes do descarregamento dos peixes no frigorífico. As amostragens foram assumidas em três estágios distintos para avaliação da diferença de gradiente das variáveis

ocasionadas pelo transporte. Além disso, a divisão em momentos auxiliou na avaliação das causas da mortalidade que podem ocorrer devido à má qualidade da água em que os peixes foram submetidos anteriormente ao transporte (Kubitza, 2007; Becker *et al.*, 2013), assim como identificar qual parte do processo de transporte foi mais crítico em relação a mortalidade.

## 2.2 Análise de dados

Com a finalidade de caracterizar a qualidade da água no processo de despesca, as oito variáveis físicas e químicas mensuradas nos três momentos foram sumarizadas por meio da Análise de Componentes Principais (ACP). Para ACP foram adotados os seguintes procedimentos: utilização da matriz de correlação bivariada entre as variáveis, o que faz com que cada variável tenha o mesmo “peso” no processo de ordenação, independentemente da unidade de mensuração; critério de *Kaiser-Guttman* para retenção e interpretação dos componentes principais, o que garante que todas as variáveis estejam representadas em tais componentes (McCunne e Grace, 2002).

A qualidade da água no processo da despesca também foi convertida num índice similar ao índice de similaridade conhecido por *Block city* (descrito em McCunne e Grace (2002)). O índice,  $\Delta G$  (equação 01), gerado consistiu no somatório dos módulos da diferença de cada variável mensurada (padronizada para média zero e desvio padrão um) entre os momentos sequenciais definidos:

$$\Delta G = \sum_{i=1}^V \sum_{j=1}^M |Z_{j+1} - Z_j|_i \quad (1)$$

Onde  $Z$  consiste em cada uma das  $i$  a  $V$  variáveis físicas e químicas da água mensuradas e padronizadas para média zero e desvio padrão um em cada momento da despesca de  $j$  a  $M$ ; Assim,  $\Delta G$  é aqui proposto como uma variável *proxi* do gradiente de variação na qualidade de água referente as oito variáveis mensuradas a que o peixe foi submetido entre os três momentos definidos no processo de despesca.

Na sequência, para verificar quais variáveis (físicas e químicas, componentes principais da ACP,  $\Delta G$ , tempo total de despesca e densidade de transporte) estiveram associadas às mortalidades ocorridas nas despescas foi utilizado o modelo Probit (equação 02) simples, para cada variável separadamente:

$$n = \text{Ln} \left( \frac{\rho}{1-\rho} \right) = \beta_0 + \beta_1 X \quad (2)$$

Onde  $\rho$  é a proporção de peixes mortos,  $X$  é a variável independente e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são os parâmetros do modelo.

A ACP foi realizada no Software Pc-Ord 5.31 (McCune, e Mefford. 2006) e o modelo Probit no Software Statistica 7.1 (Statsoft, 2005). O nível de significância adotado foi de 5%.

### 3. RESULTADO

Com as mensurações realizadas (tabela 02), em média foram verificados baixos índices (3,07 mg/l), embora aceitáveis, de oxigênio dissolvido (OD) para o viveiro, 8,3 mg/l para o carregamento, e 5,72 mg/l para o descarregamento. A amônia (AM) apareceu com elevadas concentrações no viveiro (1,32 mg/l), aceitáveis no carregamento (0,62 mg/l) e altíssimas (9,64 mg/l) no descarregamento. Para o nitrato (NA) foram identificadas no viveiro e descarregamento altos níveis (10,98 e 22,0 mg/l, respectivamente), diferentemente do carregamento (4,29 mg/l). Para o nitrito (NI), altas concentrações foram identificadas apenas no viveiro (0,93 mg/l) e baixas quantidades no carregamento (0,29 mg/l) e descarregamento (0,45 mg/l). O pH ficou estabilizado entre o viveiro (6,17) e carregamento (6,07), apresentando leve acidificação da água (5,9) ao final do transporte. A condutividade elétrica (CE) no carregamento foi considerada aceitável (80,99  $\mu\text{s/cm}$ ), embora no viveiro (127,35  $\mu\text{s/cm}$ ) e descarregamento (410,70  $\mu\text{s/cm}$ ) foram altos. A turbidez (TUR) do carregamento foi a menor (29,74 ntu) seguida pelo descarregamento (66,56 ntu) e viveiro (254,35 ntu). As temperaturas (TA) do momento viveiro (21,40 °C) e descarregamento (21,84°C) apresentaram praticamente iguais com uma temperatura mais branda no carregamento. Por fim a mortalidade foi baixa com valor médio de 1,03%.

**Tabela 02: Resultado das dez amostragens realizadas (de A à J) referentes as variáveis ambientais: oxigênio dissolvido (OD), amônia (AM), nitrato (NA), nitrito (NI), pH, condutividade elétrica (CE), turbidez (TUR) e temperatura da água (TA), distância do carregamento, tempo de despesca e transporte (temp. desp.) e densidade da carga (dens. da carga); em seus respectivos momentos de coletas: viveiro (V), carregamento (C) e descarregamento (D); com suas respectivas médias e desvios padrões.**

Variáveis	Momentos	Média	Desvio Padrão	Despescas									
				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
OD (mg/l)	V	3,07	1,49	4,16	4,20	1,22	2,55	5,22	4,12	4,06	1,95	0,74	2,51
	C	8,30	1,54	9,75	8,33	7,68	8,07	7,28	7,41	5,67	8,50	8,92	11,40
	D	5,72	3,69	2,77	2,17	2,21	3,72	1,09	10,35	10,28	7,02	8,20	9,35
AM (mg/l)	V	1,32	0,65	0,84	0,42	1,42	0,30	1,53	1,82	1,72	2,21	1,93	1,01
	C	0,62	0,62	0,17	0,38	0,45	0,38	2,30	0,75	0,62	0,61	0,46	0,11
	D	9,64	8,35	1,65	19,03	21,33	14,26	21,48	2,10	4,25	4,08	4,08	4,15
NA (mg/l)	V	10,98	4,97	1,52	9,03	10,37	11,20	22,32	11,06	11,20	11,03	11,03	11,03
	C	4,29	3,67	0,06	8,03	2,03	9,03	10,87	2,70	1,03	2,87	2,70	3,53
	D	22,00	10,17	0,17	21,88	13,07	16,70	35,87	23,37	26,03	32,70	24,37	25,87
NI (mg/l)	V	0,93	0,97	0,50	0,85	1,71	1,46	3,24	0,14	0,28	0,47	0,25	0,37
	C	0,29	0,22	0,36	0,21	0,75	0,51	0,42	0,05	0,03	0,18	0,20	0,19
	D	0,45	0,37	0,25	0,74	0,77	1,01	0,93	0,06	0,05	0,24	0,22	0,23
pH	V	6,17	0,72	6,70	6,35	6,42	6,36	6,40	6,62	6,23	6,92	4,67	5,06
	C	6,07	0,76	7,03	6,21	6,73	6,06	6,23	5,11	6,63	6,63	4,90	5,16
	D	5,90	0,47	6,27	6,05	6,08	6,14	6,17	5,86	6,07	6,28	4,90	5,22
CE ( $\mu$ s/cm)	V	127	83	81	54	104	269	282	82	72	92	160	76
	C	81	76	72	69	248	48	189	33	26	27	37	60
	D	472	219	199	414	360	222	892	346	543	449	749	543
TUR (ntu)	V	254	122	70,5	166	332	272	510	335	240	247	236	135
	C	29,7	11,4	38,1	30,6	26,2	17,0	21,8	51,2	29,5	29,0	41,0	13,0
	D	66,6	45,8	39,9	33,2	59,3	42,3	91,9	54,6	45,0	46,0	188	65,4
TA ( $^{\circ}$ C)	V	21,40	2,11	19,50	19,50	21,00	17,00	23,00	23,00	23,00	23,00	22,00	23,00
	C	20,65	1,28	19,40	19,50	20,10	19,00	19,50	22,00	22,00	22,00	22,00	21,00
	D	21,84	2,01	19,60	19,90	21,50	19,50	21,00	22,90	23,00	23,00	26,00	22,00
Distância (km)		54,3	14,20	25	60	76	60	69	48	48	48	48	61
Temp. Desp. (min)		177,9	53,48	65	145	203	245	215	177	240	148	154	187
Densid. Carga (kg)		910,4	147,8	923	908	845	579	1045	757	1015	999	1011	1019
Mortalidade (%)		1,03	1,15	1,00	0,71	1,84	0,52	3,93	0,10	0,64	0,20	0,17	1,16

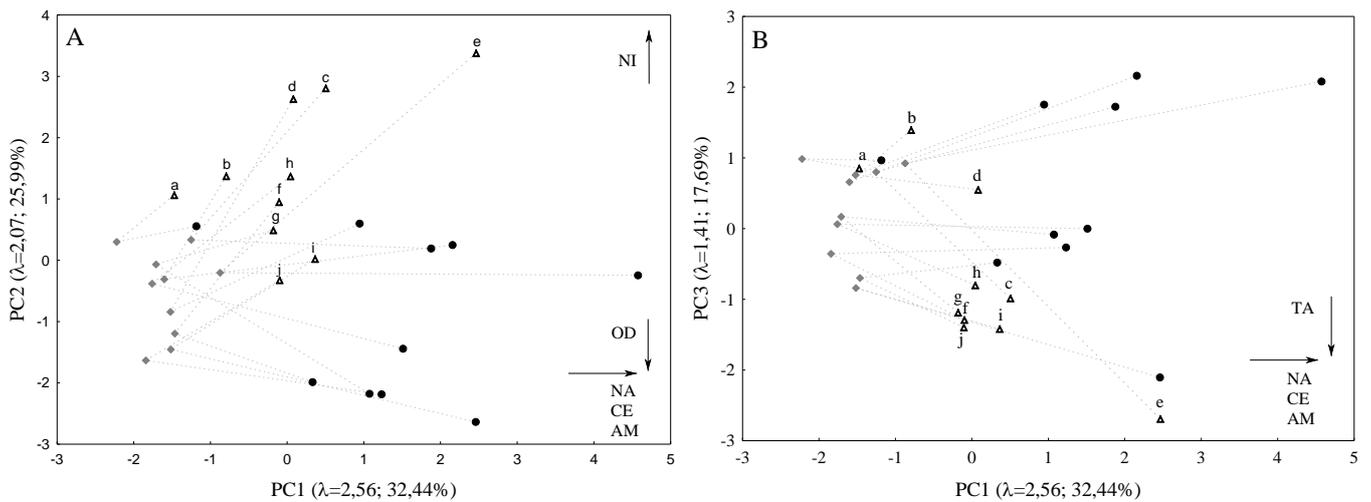
Na sumarização da qualidade da água através da Análise de Componentes Principais (ACP) foram retidos três componentes principais pelo critério de *Kaiser-Guttman*, os quais perfizeram a somatória de 76,13%. O primeiro componente principal (CP1), com 32,45% de explicação e autovalor = 2,56, apresentou associações positivas ao nitrato ( $r = 0,89$ ),

condutividade elétrica ( $r = 0,86$ ) e amônia ( $r = 0,71$ ). A segunda componente principal (CP2), com 26% de explicação e autovalor = 2,08, foi associada positivamente ao nitrito ( $r = 0,75$ ) e negativamente para o oxigênio dissolvido ( $r = -0,64$ ). Já para o terceiro componente principal (CP3), a porcentagem de explicação foi de 17,7% e autovalor 1,42, apresentou apenas a temperatura da água ( $r = -0,69$ ) com associação negativa (Tabela 03; Figura 01).

**Tabela 03: Resultado da Análise de Componentes Principais (PCA) associando as variáveis abióticas e os autovetores, com destaque para as variáveis abióticas com melhores correlações em seus respectivos componente principais.**

Variáveis Ambientais	Autovetores		
	CP1	CP2	CP3
<b>Temperatura água</b>	0,35	-0,43	<b>-0,69</b>
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	-0,39	<b>-0,64</b>	-0,11
<b>Amônia</b>	<b>0,71</b>	-0,04	0,57
<b>Nitrato</b>	<b>0,89</b>	-0,25	-0,02
<b>Nitrito</b>	0,41	<b>0,75</b>	-0,02
pH	-0,14	0,57	0,36
<b>Condutividade</b>	<b>0,86</b>	-0,35	0,16
Turbidez	0,34	0,54	-0,55
Autovalor	2,56	2,08	1,42
% de Explicação	32,45	26	17,7

Observa-se, ainda, que na avaliação conjunta dos três componentes principais, todas as despescas apresentaram o mesmo padrão no gradiente de variação das variáveis sumarizadas. Inicialmente, no momento viveiro, os peixes se deparam com as mais elevadas concentrações nitrito (triângulos vazados na região superior do PC2 na figura 2A); do momento viveiro para o momento carregamento, os peixes são submetidos à redução da carga de nitrito, nitrato, amônia e condutividade elétrica (losangos em cinza nas regiões inferiores do PC1 e PC2 na figura 1A); porém, do momento carregamento para o momento descarregamento, os peixes passam a ser submetidos aos valores mais elevados de nitrato, amônia e condutividade elétrica, inclusive superiores aos valores no viveiro (bolas pretas na região positiva do PC1 na figura 1A). Além disto, a temperatura da água também variou gradativamente ao longo do processo de despescas, sendo água mais fria no viveiro e mais quente no descarregamento (figura 1B).

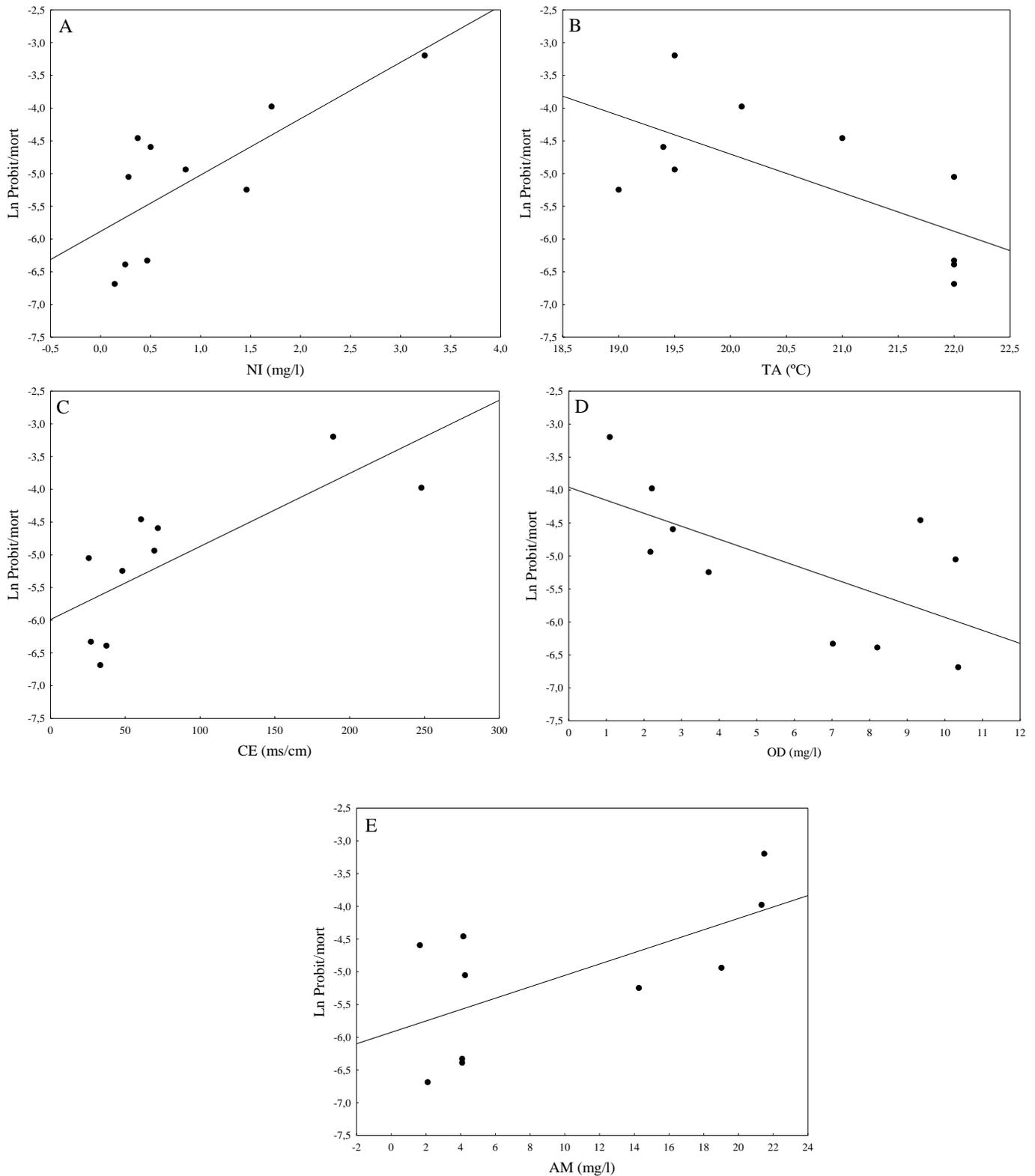


**Figura 01:** Análise de Componente Principal (APC) para as variáveis amostradas, sendo retidos três eixos, aos quais, gráfico “A” referente à PC1 e PC2 e gráfico “B” entre PC1 e PC3. Na PC1 o nitrato (NA), condutividade elétrica (CE) e amônia (AM) apresentaram-se significativas. Na PC2 apenas o nitrito (NI) e na PC3 a temperatura da água (TA) mostram-se influentes no processo de transporte. Para identificação nas figuras, foram atribuídos para os momentos tais elementos: triângulo vazado para o viveiro, losango preenchido em cinza para o carregamento e círculo preenchido em preto para o descarregamento.

Para as regressões lineares simples, além das oito variáveis utilizadas na ACP, foram incluídas a densidade da carga do transporte e a diferença de gradientes das variáveis de cada coleta. Para o momento viveiro apenas o nitrito (figura 2A) apresentou-se significativo ao nível de 5% (tabela 04). No carregamento as variáveis que tiveram correlação com a mortalidade foram a temperatura da água (figura 2B) e a condutividade elétrica (figura 2C) respectivamente cujos valores de  $p$  e  $R^2$  encontram-se na tabela 04. Por fim, o descarregamento que apresentou água de má qualidade teve o oxigênio dissolvido (figura 2D) e a amônia (figura 2E) como fatores que influenciaram a mortalidade dos peixes transportados.

**Tabela 04: Resultado das regressões lineares da mortalidade (conforme modelo Probita descrito acima) com as variáveis: temperatura da água (TA), oxigênio dissolvido (OD), amônia (AM), nitrato (NA), nitrito (NI), pH, condutividade elétrica (CE), turbidez (TUR), tempo de transporte (TEM), densidade (DEN), diferença de gradiente ( $\Delta G$ ); com seus respectivos níveis de significância (p) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e momentos de coleta (momento geral é utilizado pois é a somatória de todos os momentos para este atributo). Valores em destaque (negrito) para as variáveis significantes em seus distintos momentos de coletas.**

Momentos	$\text{Ln}(\rho/(1 - \rho)) = \beta_0 + \beta_1 X$	p	$R^2$
Viveiro	-3,9 - 0,05*TA	0,77	0,01
	-5,89 + 0,26*OD	0,32	0,12
	-4,19 - 0,69*AM	0,26	0,15
	-5,85 + 0,07*NA	0,38	0,1
	<b>-5,88 + 0,86*NI</b>	<b>0,01</b>	<b>0,55</b>
	-5836+,12*pH	0,83	0,01
	-5952 + 0,01*CE	0,4	0,09
	-5,634 + 0,01*TUR	0,51	0,06
Carregamento	<b>7,09 - 0,59*TA</b>	<b>0,03</b>	<b>0,45</b>
	-5,23 + 0,02*OD	0,95	0,00
	-5,53 + 0,71*AM	0,26	0,15
	-5,56 + 0,11*NA	0,3	0,13
	-5,94 + 2,95*NI	0,08	0,19
	-9,02 + 0,65*pH	0,2	0,19
	<b>-5,99 + 0,01*CE</b>	<b>0,01</b>	<b>0,38</b>
	-3,28 - 0,06*TUR	0,06	0,06
Descarregamento	1,79 - 0,31*TA	0,09	0,32
	<b>-3,96 - 0,20*OD</b>	<b>0,04</b>	<b>0,42</b>
	<b>-5,92 + 0,09*AM</b>	<b>0,04</b>	<b>0,42</b>
	-4,86 - 0,01*NA	0,8	0,01
	-5,83 + 1,61*NI	0,09	0,31
	-9,15 + 0,69*pH	0,42	0,08
	-5,61 + 0,01*CE	0,54	0,05
	-4,77 - 0,05*TUR	0,59	0,04
Geral	-6,03 + 0,01*TEM	0,53	0,05
	-7,87 + 0,01*DEN	0,12	0,28
	-6,52 + 3,54*\Delta G	0,11	0,29



**Figura 02:** Regressões lineares simples das variáveis significantes ( $p < 0,05$ ) à mortalidade (LnProbit/mort) de transporte em escala comercial em seus respectivos momentos. Gráfico “A” referente ao tempo viveiro com correlação do Nitrito (NI). Gráficos “B” e “C” referente ao tempo carregamento e correlação da temperatura da água (TA) e condutividade elétrica (CE), respectivamente. Gráficos “D” e “E” referente ao momento descarregamento com as correlações do oxigênio dissolvido (OD) e amônia (AM), respectivamente.

#### 4. DISCUSSÃO

Durante a realização do trabalho foi verificada menor porcentagem de mortalidade nas coletas realizadas no período de fevereiro/2014, as quais apresentaram temperaturas superiores à ocorridas nas coletas de setembro/2013. Os menores índices de mortalidade podem estar relacionados com a temperatura média da água conforme sugerido por Kubitzka (2007), já que, temperaturas em torno dos 25° C são tidas como temperatura de conforto térmico para tilápias. Embora limites de tolerância térmica não são valores fixos para peixes (Baldisserotto, 2002), não foram encontradas grandes diferenças de temperaturas entre a água dos viveiros e a água dentro das caixas de transporte, todavia, Inoue *et al.* (2008) reportaram que choque térmico de 10° C não resulta estresse em peixes. Sabe-se também que a temperatura da água interfere diretamente no metabolismo do peixe (Frisk *et al.*, 2013), na condutividade elétrica e inversamente na pressão parcial do oxigênio (Baldisserotto, 2002). A interferência da temperatura em outras variáveis físicas e químicas pode estar relacionada ao resultado da regressão linear entre a temperatura da água do viveiro com a mortalidade, pois foi detectada significância da temperatura mesmo com este parâmetro estando dentro das faixas consideradas como ótimas para transporte (Kubitzka, 2007). Já Oliveira *et al.*, (2008) relataram que em peixes amazônicos temperaturas abaixo de 19° C, similares aos ocorridos em nossas amostras, podem significar grandes perdas por mortalidade.

O nitrito é uma substância altamente tóxica para peixes, já que mesmo em pequenas quantidades pode até matá-los. A toxicidade deste elemento ocorre devido ao efeito hepatotóxico e também pela formação da metahemoglobina que desencadeia o quadro de hipóxia (Baldisserotto, 2002). Níveis acima de 0,89 mg/l (Avilez *et al.*, 2004) foram fatais para matrinxã (*Brycon cephalus*), embora Rodrigues *et al.* (2010) relataram sobrevivência de tilápia do Nilo em concentrações de 5,15 mg/l. Na PC2 e regressão linear, as quais, o nitrito teve boa porcentagem de explicação do modelo e correlação positiva no momento viveiro indica que concentrações de nitrito não foram ideais para a higidez dos peixes. Ou seja, os peixes encontram-se estressados e injuriados no próprio tanque de engorda, aumentando desta forma, as probabilidades de perdas durante o processo de transporte, embora estas não sejam decorridas do próprio transporte.

A amônia é outra substância tóxica para os peixes, embora a tilápia apresente boa tolerância a este elemento (Barcellos e Fagundes, 2012), respostas obtidas da Análise de

Componentes Principais mostrou padrão positivo para esta substância, ou seja, grande variação entre os momentos amostrais, com altas concentrações no viveiro e ainda maiores para o descarregamento (Carneiro *et al.*, 2009). Segundo Oliveira *et al.*, (2008), cardinais amazônicos tiveram bons níveis de sobrevivência com altas concentrações (23,7 mg/l) de amônia, mas Crab *et al.*, (2007), atesta que valores acima de 1,5 mg/l já são letais para peixes comerciais, mesmo em curto período de tempo (Kubitza 2008).

Outro elemento nitrogenado e que assumiu boa relevância ao que se refere à qualidade da água foi o nitrato. Na ACP este elemento apresentou como gradiente positivo, embora nas regressões lineares não foi significativa ( $p > 0,05$ ) em relação a mortalidade, mesmo encontrado em grandes quantidades. O nitrato, dentre os elementos nitrogenados é o menos tóxico para peixes, sendo necessária altas concentrações para causar mortalidade em *Micropterus treculi* (Baldisserotto, 2002).

O oxigênio dissolvido ocorreu em bons níveis para M2, pelo fato de adicionar água de boa qualidade nas caixas de transporte, e M3, devido introdução de OD nos sistemas fechados (Carneiro *et al.*, 2009). Assim como a TA o oxigênio dissolvido apresentou como elemento importante na ACP, sendo que quanto maior a concentração de OD melhor a qualidade da água. Nas regressões lineares o oxigênio dissolvido apresentou-se significativa para o descarregamento, pois neste momento, identificou que as amostragens que apresentaram menores concentrações foram as que ocorreram maiores mortalidades dos espécimes. Kubitza (2007), verificou que níveis abaixo de 4 mg/l são considerados prejudiciais para o transporte, além de que baixas concentrações também aumentaram a toxicidade dos resíduos nitrogenados (Haegreaves, 1988).

Assim como o NA e AM, a condutividade elétrica apresentou-se significativa perante a qualidade da água (APC) e na análise de regressão linear para M2. Moreira *et al.* (2001) relatam que bons níveis de condutividade em piscicultura é de 20 a 100 ms/cm, o que ocorreu para o carregamento. A grande diferença de gradientes que ocorreu entre o M1 e M2, M2 e M3 pode ter exercido influência na mortalidade dos peixes. Os maiores índices foram encontrados no tempo descarregamento e viveiro, refletindo águas com grandes quantidades de íons (Moreira *et al.*, 2001). A condutividade para o viveiro é consequência da sobra de alimento e excreta dos peixes. Já para o momento descarregamento, o resultado do estresse ocasionado pelo recorrente manuseio (Becker *et al.*, 2013) e os altos índices de amônia inibe a assimilação de  $\text{Na}^+$  e ainda estimula a perda deste íon para o meio (Inoue *et al.*, 2010; Liew *et al.*, 2013;). Sabe-se que condutividade elétrica propriamente dita não causa mortalidade, logo

a indicação positiva encontrada para esta variável nos remete a avaliar também outros elementos que estão dissolvidos na água e que podem influenciar a mortalidade dos peixes, como a exemplo o CO<sub>2</sub> (Boyd, 1990).

Parâmetros como pH, turbidez, tempo de transporte e densidade não foram significativos ao nível de significância de 5% para ACP nem para regressões lineares. Mesmo pH não ter apresentado significância nas regressões lineares sabe-se que esta variável exerce forte influência na toxicidade de elementos como a amônia, nitrito e nitrato (Baldisserotto, 2002). A diminuição dos níveis do pH ocorreu devido ao possível aumento do gás carbônico (Inoue *et al.*, 2010) liberado pela respiração dos peixes. Outro parâmetro que dificilmente causa a mortalidade dos peixes é a turbidez, a não ser quando encontrado valores exorbitantes, conforme Baldisserotto (2002) relatou para *I. punctatus*. A turbidez está sempre associada à produtividade primária ou mesmo material em suspensão (Moreira *et al.*, 2001), que normalmente é advindo de lixiviação ou revolvimento do substrato. Em nossas amostragens a alta turbidez foi obtida, devido revolvimento do fundo ocasionado pela rede de arrasto utilizada para capturas os peixes.

A densidade a qual os peixes foram submetidos é considerada alta, mas embora o tempo de transporte não fora demasiadamente prolongado assim como a boa qualidade da água utilizada para o transporte, os potenciais problemas a qual a densidade poderia ocasionar foram minimizados. Potenciais estes como aumento excessivo de resíduos nitrogenados (Inoue *et al.*, 2010), gás carbônico e redução de oxigênio dissolvido (Garcia *et al.*, 2013) e ferimentos ocasionado por abrasão.

A diferença de gradientes das variáveis analisadas entre os momentos de coleta, também não apresentou significante ( $p < 0,05$ ) em relação a mortalidade. Os maiores choques de gradientes foram encontrados na CE, TUR e NA. Essa falta de significância pode ter ocorrido, pois as variáveis que tiveram as maiores diferenças abruptas dos gradientes exercem papel secundário na mortalidade, exceto o nitrato que é tóxico para peixes, embora suportam grandes concentrações desta substância.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando o grande crescimento do setor aquícola, mesmo uma pequena porcentagem de mortalidade pode ser significativa referindo-se a questões comerciais. Devido fatores ambientais como a condutividade elétrica e a temperatura da água terem exercido

influência na mortalidade dos peixes, sugere-se a realização de ensaios para investigações mais aprofundadas no que concerne os efeitos intrínsecos da temperatura da água em relação aos resíduos nitrogenados, assim como investigar outras substâncias que estão presentes durante o transporte e reportado pela elevada condutividade elétrica. Já a diferença abrupta de gradiente das variáveis analisadas, estas, não tiveram efeito significativo pelo fato de que as variáveis que apresentaram maiores amplitudes não exercem grande potencial de toxicidade para os peixes, a exemplo o nitrato a condutividade elétrica e a turbidez.

Devemos dar uma atenção especial aos resíduos nitrogenados que aparecem em grandes quantidades nos sistemas de transporte, principalmente a amônia, que apresentou significativa em relação à mortalidade. Embora abundante no transporte, estes resíduos nitrogenados foram encontrados em elevadas concentrações nos viveiro, onde os espécimes estavam submetidos a estresse pré transporte, ou seja, técnicas de cultivo e engorda influenciam diretamente na mortalidade dos peixes durante o transporte. Mesmo havendo várias técnicas de manejo para o transporte de peixes, a utilização de apenas algumas delas podem ter resultado satisfatório, se realizados em conjunto com boas práticas de manejo na engorda.

## 6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Avilez, I.M., Aguiar, L.H., Altran A.E., Moraes, G, 2004. Acute toxicity of nitrite to matrinxã, *Brycon cephalus* (Guther, 1986), (Teleostei-Characidae). *Ciência Rural*, Santa Maria 34, 1753-2756).

Baldisserotto, F., 2002. *Fisiologia de Peixes aplicada à Piscicultura*. Santa Maria: Ed. UFSM, 212 pp.

Barcellos, L.J.G., Fagundes, M., 2012. *Policultivo de Jundiás, tilápia e Carpas: uma alternativa de produção para Piscicultura rio-grandense* Ed. 2º Universidade de Passo Fundo. 318 pp.

Becker, A.G., Cunha, M.A., Garcia. L.O., Zeppenfeld, C.C., Parodi, T.V. Maldaner, G., Morel, A.F., Baldisserotto, B., 2013. Efficacy of eugenol and the methanolic extract of

*Condalia buxifolia* during the transport of the silver catfish *Rhamdia quelen*. Neotropical Ichthyology 11,675-681.

Bombardelli, R.A., Sanches, E.A., Pinto, D.F.H., Marcos, R.M., Barbero, L., 2007. Idade de maior sensibilidade de tilápias-do-nilo aos tratamentos de masculinização por banhos de imersão. Revista Brasileira de Zootecnia 36, 1-6.

Boscolo, W.R., Hayashi, C. Soares C.M., 2001. Desempenho e característica de carcaça de machos revertidos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) linhagem tailandesa, e comum, nas fases inicial e de crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia 30, 1391-1396.

Boyd, E.C., 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 482 pp.

Carneiro, P.C.F., Kaiseler, P.H.S., Swarofsky, E.A.C., Baldisserotto, B., 2009. Transport of jundiá *Rhamdia quelen* juveniles at different loading densities: water quality and blood parameters. Neotropical Ichthyology 7, 283-288.

Crab, R., Avnimelech, T.D., Bossier, P. Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture 270, 1-14.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and challenges. Rome.

Frisk, M., Steffensen, J. F., Skov, P. V., 2013. The effects of temperature on specific dynamics action and ammonia excretion in pikeperch (*Sander lucioperca*). Aquaculture 404, 65-70.

Froese, R., 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. Fish and Fisheries 5, 86-91.

Garcia, F., Romera, D.M., Gozi, K.S., Onaka, E.M., Fonseca, F.S., Schalch, S.H.C., Candeira, P.G., Guerra, L.O.M., Carmo, F.J., Carneiro, D.J., Martins, M.I.E.G., Portella, M.C., 2013. Stocking density of Nile tilapia in cages placed in a hydroelectric reservoir. Aquaculture 410, 51-56.

Gomes, L.C., Araujo-Lima, C.A.R.M., Roubach, R., Urbinati, E.C., 2003. Avaliação dos efeitos de sal e da densidade no transporte de tambaqui. Pesquisa Agropecuária Brasileira 38, 283-290.

Hargreaves, J.A., 1998. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. *Aquaculture* 166, 181-212.

Inoue, L.A.K.A., Moraes, G., Iwama, G.K. Afonso, L.O.B., 2008. Physiological stress responses in the warm-water fish matrinxã (*Brycon amazonicus*) subjected to a sudden cold shock. *Acta Amazonica* 38, 603-610.

Inoue, L.A.K.A., Hackbarth, A., Moraes, G., 2010. Benzocaine on the stress response of matrinxã subjected to transport in plastic bags. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 11, 909-918.

Johnson, D.L., Metcalf, M., 1982. Causes and Controls of Freshwater Drum Mortality During Transportation. *Transactions of the American Fisheries Society* 111, 58-62.

Koroleff, F., 1976. Determination of nutrients. In: Grasshoff, K., Almgreen, T. (Ed.). *Methods of seawater analysis*. Weinheim: Verlag Chemie, 317 pp.

Liew, H.J., Sinha, A.K., Nawata, C.M., Blust, R., Wood, C.M., Boeck, G., 2013. Differential responses in ammonia excretion, sodium fluxes and grill permeability explain different sensitivities to acute high environmental ammonia in three freshwater teleosts. *Aquatic Toxicology* 126, 63-76.

Kubitza, F., 2007. Mais profissionalismo na produção de peixes. *Panorama da Aquicultura*. 17, nº 104.

Kubitza, F., 2008. Tilápias na mira dos patógenos. *Panorama da Aquicultura*. 18, nº 107.

Mazeaud, M.M., Mazeaud, F., Donaldson, E.M., 1977. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Transactions of the American Fisheries Society* 106, 201-212.

Mackereth, F.J.H., Heron, J., Tailing, J.F., 1978. *Water Analysis: some revised methods for limnologists*. Kendal, Titus Wilson & Son. Ltd, Freshwat. Biol. Assoc. Scientific Publication, 36.

McCune, B., Mefford, M.J., 2006. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 5.31 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.

McCune, B., Grace, J.B., 2002. *Analysis of Ecological Communities*. 334 pp.

Meurer, F., Bombardelli, R.A., Paixão, P.S., Silva, L.C.R., Santos, L.D., 2012. Feeding frequency on growth and male percentage during sexual reversion phase of Nile tilápiá. *Rev. Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13, 1133-1142.

Moreira, H.L.M., Vargas, L., Ribeiro, R.P., Zimmermann, S., 2001. Fundamentos da moderna Aquicultura. In: Furuya, W.M., Furuya, V.R.B., Reprodução de peixes. Ed. ULBRA, 200 pp.

Moyle, P.B., Cech, J.J., 1998. Fishes: Na introduction to ichthyology. 2Ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ, USA. 559 pp.

Oliveira, S.R., Souza, R.T.Y.B., Nunes, E.S.S., Carvalho, C.S.M., Menezes, G.C., Marcon, J.L., Akifumo-Ono, R.R.E., Affonso, E.G., 2008. Tolerance to temperature, ph, ammonia and nitrite in cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi*, an amazonian ornamental fish. Acta Amazonica 38, 7730780.

Ostrensky, A., Borghetti J.R., Soto, D., 2008. Aquicultura no Brasil o desafio é crescer. Brasilia, 276 pp.

Rodrigues, C.J., Mercante, C.T.J., Carmo C.F., Osti, J.A.S., Di-Genaro, A.A., 2010. Diurnal Dynamic of nitrite and ammonia gas in a Nile tilapia fish pond in subtropical region. Asociación Ibérica de Limnología. Madrid. Spain. 5, 1-9.

StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Strickland, J.D.H., Parsons, T.R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. Pigment analysis. Ottawa: Fisheries Research Board of Canada, 310.

Urbinati, E.C., Abreu, J.S., Camargo, A.C.S., Parra, M.A.L., 2004. Loading and transport stress of juvenile matrinxã (*Brycon cephalus*, Characidae) at various densities. Aquaculture 29, 389-400.

Vidal, L.V.O., Furuya, W.M., Graciano, T.S., Schamber, C.R., Silva, L.C.R., Santos, L.D., Souza, S.R., 2007. Eugenol como anestésico para juvenis de matrinxã (*Brycon cephalus*). Rev. Bras. Saúde Produção Animal 8, 335-342.

Zeppenfelda, C.C., Toni, C., Becker, A.G., Mironc, D.S., Parodi, T.V., Heinzmann, B.M., Barcellos, L.J.G., Koakoski, G., Da Rosa, J.G.S., Loroc, V.L., DaCunha, M.C., Baldisserotto, B., 2014. Physiological and biochemical responses of silver catfish, *Rhamdia quelen*, after transport in water with essential oil of *Aloysia triphylla* (L'Herit) Britton. Aquaculture 418, 101-107.