

DETERMINAÇÃO DO TEMPO ÓTIMO DE JEJUM NECESSÁRIO NO PRÉ- TRANSPORTE DE JUVENIS DE TILÁPIAS

Paulo César de Oliveira (UCAM-Campos)

paulocezaro@oi.com.br

Eduardo Shimoda (UCAM-Campos)

eduardo_shimoda@uol.com.br

Wagner Luiz Freitas de Sá (UCAM-Campos)

freitas.wagner@gmail.com

Juliana Viana Ribeiro (UCAM-Campos)

julianajvr@yahoo.com.br



O transporte de peixes é um procedimento relativamente rotineiro na aquicultura, sendo que a literatura recomenda, de forma quase que universal, a manutenção do peixes em jejum por 24 a 48h no período anterior ao transporte para que não ocorra liberação de fezes na sacola de transporte. O objetivo do presente trabalho foi determinar, experimentalmente, o tempo necessário para esvaziamento do sistema digestório no período pré-transporte de juvenis de tilápias, além de monitorar a qualidade da água durante o transporte. Os juvenis, 96 no total, foram acondicionados aos pares em potes plásticos com capacidade de 2L, sendo estes semi-preenchidos com água mineral. Após intervalos de tempo (tratamentos) diferentes, de 1h a 48h, peixes de 6 potes (repetições) foram retirados, sendo analisada a qualidade da água, após a qual a mesma foi colocada no cone de Imhoff para verificação da quantidade de fezes. Verificou-se que os teores de amônia total e amônia não-ionizada aumentam linearmente com o tempo, enquanto que o pH e o teor de oxigênio dissolvido reduzem de forma logarítmica com o decorrer do tempo. Ainda, foi obtida uma equação de regressão descontínua (Linear Response Plateau) que permite estimar a quantidade de fezes excretadas em função do tempo após o arraçoamento. Observou-se que são necessárias 21,5h para esvaziamento do sistema digestório, sendo recomendado manter os juvenis em jejum por este período antes de serem transportados.

Palavras-chaves: Otimização, pré-transporte, alevinos, jejum, tilápia

1. Introdução

A aquicultura tornou-se uma atividade consolidada capaz de abastecer à incessante demanda por produtos pesqueiros, frente à estagnação da captura observada desde o final dos anos 80. Desta forma, a aquicultura se tornou uma das alternativas mais viáveis para a produção de alimentos, propiciando alimento de alto valor protéico para o consumo humano (CARMARGO; POUHEY, 2005).

O Brasil possui aspectos como a grande produção de milho e soja (base da alimentação de peixes), a presença de clima tropical em quase a totalidade de sua extensão (que permite o crescimento de peixes durante todo o ano), além de alguns fatores, como: grande costa litorânea, grandes reservatórios de águas doces (12 % de água doce existente no Planeta) e o clima favorável ao cultivo de pescado contribuíram de forma satisfatória para que o Brasil se firmasse na piscicultura com um grande potencial econômico e social (IBAMA, 2005).

Entretanto, segundo Silva (2005), tal potencial, aliado a diversidade, torna necessário o desenvolvimento de pesquisa fundamental e de desenvolvimento para suprir a demanda por informação, tendo como objetivo o crescimento da piscicultura nacional. É necessário que essas pesquisas sejam realizadas em toda a cadeia de produção de peixes: da reprodução até o transporte dos alevinos.

A tilápia (*Oreochromis niloticus*) é de fácil adaptação climática, e está amplamente distribuída geograficamente. Sua carne por ser de alta qualidade, desperta interesse industrial e boa aceitação no mercado consumidor, sendo intensamente cultivada na piscicultura mundial (CASTAGNOLLI, 1992). Ostrensky, Borghetti e Pedini (2000), comentam que, no Brasil, 47,3% da produção de tilápia é obtida pelo cultivo.

A produção de tilápia no Brasil vem crescendo de forma satisfatória, seja pela qualidade da carne, pela sua tolerância às condições adversas do ambiente ou pelo seu alto valor protéico.

Embora ela seja uma espécie que se reproduz naturalmente em tanques de piscicultura, o seu cultivo apresenta um gargalo produtivo relacionado à sua grande prolificidade. Tal fato normalmente acarreta em super-população nos tanques que, pode influenciar de forma negativa o crescimento dos peixes, com poucos exemplares atingindo peso comercial. Na época da despesca, a solução mais amplamente usada na atualidade é a produção de populações monosssexuais de tilápias, através da técnica de inversão sexual. Nesta, ocorre a administração de hormônio masculinizante (17- α -metil-testosterona) nas fases iniciais da larvicultra, de forma que se obtêm no mínimo 99% dos alevinos machos. Em função desta técnica ser relativamente complexa para a maioria dos piscicultores, é comum a aquisição dos alevinos de centrais de reprodução que comercializam estes peixes invertidos sexualmente (YASUI et al., 2006).

Berka (1986) divide o transporte de peixes em dois tipos: primeiro tipo de transporte é chamado de sistema aberto, já que as caixas recebem uma alimentação de ar e oxigênio constante, já o segundo, ele chama de fechado, já que os peixes são colocados em sacolas plásticas parcialmente preenchidas com água, sendo estas totalmente vedadas com uma liga elástica, de forma que não ocorre entrada ou saída de ar.

Durante o transporte, os peixes são afetados por diversos fatores estressantes que podem causar prejuízos ou até mortalidade dos alevinos. Com a presença dos agentes estressantes, os peixes tendem a aumentar a produção de fezes e urina, que podem participar destas mortes

(AMEND et al. 1982). A utilização das 24 à 48h de jejum antes de embalar os peixes é considerada senso comum, sendo universalmente recomendada em livros de piscicultura (TEIXEIRA FILHO, 1991; SOUSA; TEIXEIRA FILHO, 1995; BALDISSEROTTO, 2002; OSTRENSKY; BOEGER, 1998; CASTAGNOLLI, 1992) e adotada em diversos trabalhos científicos envolvendo transporte de alevinos (OKAMURA *et al.*, 2007; MELO; STIPP, 2001; GOMES *et al.*, 2006; PAVILIDIS *et al.*, 2002).

Os dejetos e excretas dos peixes contribuem muito para a piora da qualidade da água, essas excretas influenciam na qualidade da água e conseqüentemente aumentam a possibilidade de mortandade dos alevinos. Esse estudo vem conscientizar os fornecedores de peixes, que o tempo de jejum dos alevinos é essencial para que os peixes consigam passar pelo transporte sem grandes prejuízos, tendo como objetivos verificar os tempos necessários para completa sedimentação das fezes no cone de Imhoff e para esvaziamento do sistema digestório no período pré-transporte de juvenis de tilápias, além do monitoramento dos parâmetros da água como pH, concentrações de amônia total, amônia não-ionizada e oxigênio dissolvido.

2. Material e métodos

2.1. Período pré-experimental

Os juvenis, pertencentes ao Laboratório de Logística de Transporte de Peixes do Mestrado em Pesquisa Operacional da UCAM-Campos, foram, inicialmente, mantidos em caixas d'água de 150L, recebendo ração extrusada contendo 45% de proteína bruta, a uma taxa de 10% do peso vivo ao dia, sendo o arraçoamento dividido em 5 vezes: às 7:30; 11:00; 14:30; 18:00; 21:30h.

A taxa de renovação da água foi de 2 vezes o volume total por dia. Além disso, dois compressores de aquário ligados a pedras porosas foram mantidos ligados ininterruptamente para oxigenar a água de cada caixa.

2.2. Determinação do tempo para sedimentação das fezes no cone de Imhoff

Para a determinação do tempo necessário para sedimentação das fezes no cone de Imhoff, seis amostras da água da caixa d'água foram coletadas e adicionadas aos cones. Em diferentes intervalos de tempo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90 minutos) foi anotada a quantidade de fezes que sedimentou.

Foi obtida uma equação de regressão que permite estimar a quantidade de fezes (em % do total sedimentado) em função do tempo. O modelo estatístico foi escolhido, dentre os modelos definidos pelo aplicativo SAEG, de acordo com a análise dos parâmetros estatísticos, sendo considerados, principalmente, a significância e o coeficiente de determinação.

2.3. Determinação do tempo de jejum no período pré-transporte

Foram utilizados, no mês de abril de 2009, 96 juvenis de tilápia *Oreochromis niloticus*, variedade tailandesa, com peso entre 15 e 20g.

Para determinação do tempo de jejum necessário no pré-transporte, um experimento foi conduzido em uma sala climatizada (Laboratório de Química da UCAM-Campos), com temperatura estabilizada em $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Logo após o arraçoamento realizado às 18h, os peixes foram capturados das caixas d'água e colocados em potes plásticos com capacidade de 2L, sendo este semi-preenchido com água mineral. Para oxigenar a água foi utilizado um compressor de ar com duas saídas, conectadas a duas mangueiras de silicone terminando-se em pedras porosas imersas na água. Cada pote constituiu uma unidade experimental contendo 2 juvenis em 1L de água.

No total, foram constituídos 8 grupos com 6 potes (repetições), contendo 2 juvenis cada recipiente, em cada grupo. Após diferentes períodos (1h, 2h, 4h, 6h, 12h, 24h, 36h e 48h), foram retiradas as repetições de um dos grupos, sendo a água contida no pote colocada no cone de Imhoff, para verificação do volume ocupado pelas fezes (sólidos sedimentados).

O monitoramento das variáveis de qualidade da água foi realizado após 1, 2, 4, 6, 12, 24, 36 e 48 horas, foram analisados os parâmetros de pH, concentrações de amônia total, amônia não-ionizada e oxigênio dissolvido. Para a análise do pH foi usado um pHmetro (marca QUIMIS, modelo Q400MT). A análise do teor de amônia foi realizada pelo método colorimétrico descrito em Tavares (1995). Para determinação do teor de oxigênio dissolvido foi utilizado um oxímetro digital (marca Alfakit, modelo AT-130).

Os resultados foram tabulados no aplicativo Microsoft Excel, e as análises estatísticas foram procedidas no aplicativo SAEG, versão 9.1. Foi feita a análise descritiva, abrangendo médias e erro-padrão de cada tratamento.

Foi verificada a quantidade de fezes excretadas pelos juvenis nos diferentes tempos e, sendo obtida a equação de regressão descontínua (*Linear Response Plateau - LRP*) para estimar a quantidade de fezes excretadas em função do tempo. O encontro das retas geradas na LRP foi considerado como o ponto de máxima, sendo este valor adotado como o período necessário para esvaziamento do sistema digestório no período pré-transporte.

3. Resultados e discussões

3.1. Determinação do tempo para sedimentação das fezes no cone de Imhoff

Em relação a determinação do tempo necessário para sedimentação das fezes no cone de Imhoff, pode ser observado na Tabela 1, as médias do volume de fezes sedimentadas no cone de Imhoff em função dos diferentes tempos.

Tempo (min)	Volume, em mL e em % do total sedimentado, ocupado pelas fezes em diferentes tempos											
	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3		Repetição 4		Repetição 5		Repetição 6	
	mL	%	mL	%	mL	%	mL	%	mL	%	mL	%
1	0,10	11,1	0,10	8,7	0,10	9,1	1,60	27,1	1,40	25,9	1,30	36,1
2	0,55	61,1	0,30	26,1	0,20	18,2	2,05	34,7	1,90	35,2	1,50	41,7
3	0,60	66,7	0,50	43,5	0,35	31,8	3,00	50,8	2,45	45,4	1,75	48,6
4	0,75	83,3	0,60	52,2	0,40	36,4	3,50	59,3	3,00	55,6	1,90	52,8
5	0,75	83,3	0,65	56,5	0,50	45,5	3,80	64,4	3,20	59,3	1,95	54,2
6	0,80	88,9	0,65	56,5	0,50	45,5	4,00	67,8	3,60	66,7	2,00	55,6
7	0,80	88,9	0,65	56,5	0,65	59,1	4,20	71,2	4,10	75,9	2,00	55,6
8	0,80	88,9	0,70	60,9	0,65	59,1	4,50	76,3	4,20	77,8	2,10	58,3
9	0,80	88,9	0,70	60,9	0,65	59,1	4,55	77,1	4,50	83,3	2,20	61,1
10	0,80	88,9	0,70	60,9	0,65	59,1	5,00	84,7	4,60	85,2	2,35	65,3
20	0,80	88,9	0,70	60,9	0,65	59,1	5,20	88,1	5,00	92,6	2,85	79,2
30	0,80	88,9	0,70	60,9	0,65	59,1	5,20	88,1	5,00	92,6	3,20	88,9
40	0,85	94,4	0,90	78,3	0,70	63,6	5,20	88,1	5,10	94,4	3,50	97,2
50	0,85	94,4	0,95	82,6	0,80	72,7	5,50	93,2	5,20	96,3	3,50	97,2
60	0,90	100,0	1,05	91,3	0,90	81,8	5,80	98,3	5,30	98,1	3,50	97,2
70	0,90	100,0	1,15	100,0	1,10	100,0	5,90	100,0	5,40	100,0	3,60	100,0
80	0,90	100,0	1,15	100,0	1,10	100,0	5,90	100,0	5,40	100,0	3,60	100,0
90	0,90	100,0	1,15	100,0	1,10	100,0	5,90	100,0	5,40	100,0	3,60	100,0

Tabela 1- Volume de fezes (em mL e em % do total) sedimentado após manutenção da água por diferentes períodos de tempo no cone de Imhoff

As taxas médias de volume de fezes aumentam gradativamente até 60 a 70 minutos, após o qual estabilizou.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, obteve-se a seguinte equação de regressão logarítmica:

$$\hat{Y} = 31,11 + 36,57 \cdot \text{LOG}_{10} X \quad (R^2 = 76,1\%; P < 0,0001)$$

Em que:

\hat{Y} = Quantidade de fezes sedimentadas (% do total)

X = Tempo de sedimentação (em min)

Com esta equação foi possível estimar o tempo em que se atinge 100% de sedimentação das fezes no cone de Imhoff, sendo obtido o valor de 1,58mL de fezes sedimentadas em 73 minutos. A Figura 1 apresenta a curva gerada pela equação de regressão, bem como a dispersão dos dados.

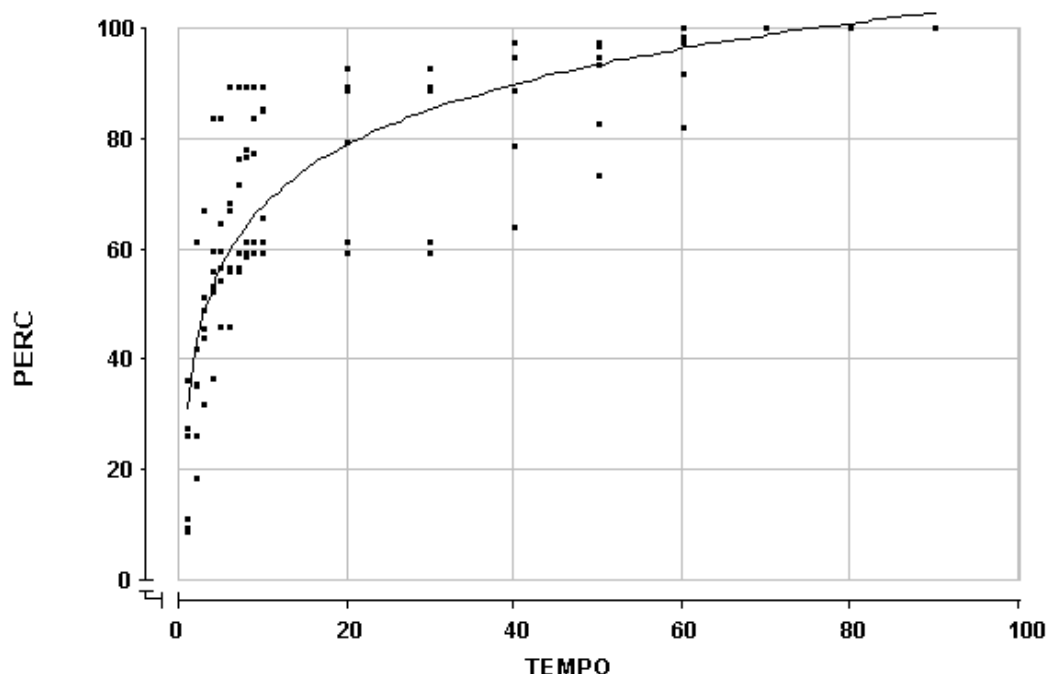


Figura 1- Quantidade de fezes sedimentadas (% do total) de acordo com o tempo (em min) no cone de Imhoff.

A determinação do tempo necessário para sedimentação máxima das fezes é importante para padronização de experimentos cuja finalidade seja verificar a taxa de excreção de fezes pelos peixes.

3.2. Determinação do tempo de jejum no período pré-transporte

Em relação a determinação do tempo de jejum necessário no pré-transporte, é apresentado na Tabela 2 o volume de fezes excretado pelos juvenis de tilápia após diferentes períodos de pré-transporte.

REPETIÇÃO	Volume de fezes (mL) de acordo com o tempo (h)							
	1h	2h	4h	6h	12h	24h	36h	48h
1	0,2	1,2	0,8	0,8	1,1	1,3	2,1	1,2

2	0,4	0,8	0,9	1,2	1,2	2,1	2,6	1,5
3	0,3	0,8	0,6	0,9	1,5	2,0	1,4	1,6
4	0,2	0,4	0,5	0,5	1,2	2,3	1,5	1,5
5	0,1	0,3	0,5	0,5	1,1	1,4	1,7	1,9
6	0,3	0,2	0,9	0,6	0,5	1,1	1,3	2,2
X	0,25	0,62	0,70	0,75	1,10	1,70	1,77	1,65
s(X)	0,04	0,16	0,08	0,11	0,13	0,20	0,20	0,14
C.V. (%)	42,0	61,9	27,1	36,5	29,9	29,1	28,1	21,3

Tabela 2- Volume de fezes (em mL) eliminado pelos peixes de acordo com o tempo (em h)

X: média; s(X): erro-padrão da média; C.V.(%): coeficiente de variação, em %.

Com base nos resultados citados na tabela 2, foi obtida uma equação de regressão descontínua (LRP) envolvendo as variáveis volume de fezes em função do tempo:

Equação linear até o platô:

$$\hat{Y} = 0,05496 + 0,40220 \cdot X \quad (R^2 = 75,8\%; P < 0,0001)$$

Sendo:

\hat{Y} = Quantidade de fezes sedimentadas (% do total)

X = Tempo de sedimentação (em min)

Encontro das retas:

Tempo = 21,43h

Fezes = 1,58mL

A Figura 2 apresenta as retas e a dispersão dos dados obtida experimentalmente.

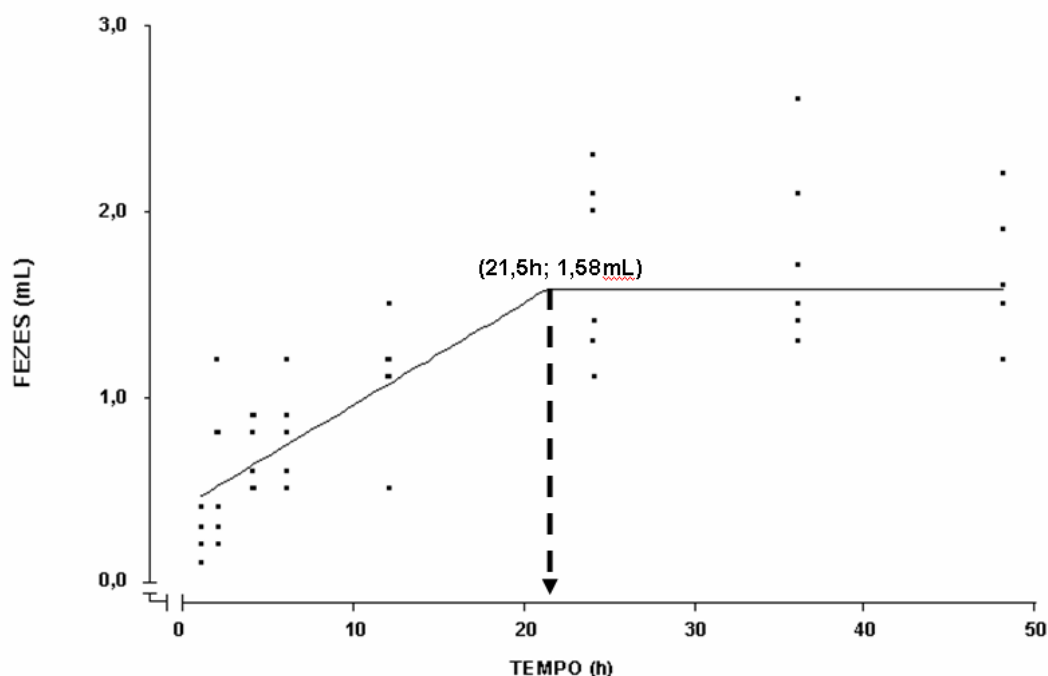


Figura 2- Quantidade de fezes eliminadas pelos peixes de acordo com o tempo.

Inicialmente o volume de fezes (\hat{Y}), aumentou de forma linear de acordo com o tempo (X). Como se pode perceber, o volume de fezes atingiu o valor de 1,58mL, correspondente a 21,5h

de manutenção dos peixes em jejum no período pré-transporte, após o qual permaneceu constante neste platô. Este tempo corresponde ao período em que é necessário deixar os peixes em jejum para que ocorra esvaziamento do trato digestório, minimizando a quantidade de fezes eliminadas durante o transporte.

Diversos trabalhos (TEIXEIRA FILHO, 1991; SOUSA; TEIXEIRA FILHO, 1995; BALDISSEROTTO, 2002; OSTRENSKY; BOEGER, 1998; CASTAGNOLLI, 1992; OKAMURA *et al.*, 2007; MELO; STIPP, 2001; GOMES *et al.*, 2006; PAVILIDIS *et al.*, 2002) adotam a restrição alimentar por 24 a 48h antes do transporte dos peixes, sendo este tempo considerado senso comum no meio científico e na prática de transporte de alevinos. Porém, três problemas ocorrem em função da adoção de um tempo de jejum de até 48h. Em primeiro lugar, sob o ponto de vista logístico, o longo tempo em que verificava-se a ocupação de tanques onde são mantidos os peixes até a comercialização. Em segundo lugar, a restrição alimentar prolongada poderia levar os peixes a um *status* nutricional debilitado, incorrendo em menor imunidade e, por conseguinte, maiores mortalidades. Por fim, como os tanques que continham os peixes sob jejum muitas vezes estavam ocupados, o produtor de alevinos comercializava os peixes sem submetê-los à restrição alimentar, o que levava a grande liberação de fezes na sacola de transporte.

Em relação ao monitoramento da água, pode-se observar os dados totais, bem como as médias, erro-padrão da média, coeficientes de variação e intervalo de confiança dos tratamentos, relacionados à concentração de Amônia total na água em diferentes tempos durante o transporte são apresentados na tabela 3.

Repet	Amônia Total (ppm) em diferentes tempos (h)							
	1	2	4	6	12	24	36	48
1	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	10,00	20,00	35,00
2	0,25	0,50	0,50	0,50	1,00	20,00	20,00	35,00
3	0,25	0,25	0,50	0,50	1,00	20,00	35,00	20,00
X	0,333	0,416	0,666	0,667	1,0	16,7	25,0	30,0
S(X)	0,083	0,083	0,167	0,167	0,0	3,33	5,0	5,0
CV	43,3	34,6	43,3	43,3	0,0	34,6	34,6	28,8
IC	0,358	0,358	0,717	0,717	0,0	14,3	21,5	21,5

Tabela 3: Concentração de Amônia total na água em cada uma das repetições, em diferentes tempos de transporte; X = média; S(X) = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança

Com base nos dados apresentados na Tabela 3, foi obtida uma equação de regressão linear envolvendo as variáveis concentração de amônia total em função do tempo:

$$\hat{Y} = - 2,30 + 0,70.X \text{ (R}^2 = 86,5\%, P < 0,0001)$$

Sendo:

\hat{Y} = concentração (mg.L⁻¹) estimada de amônia total

X = Tempo (h)

A figura 3 mostra a dispersão dos dados e a reta obtida a partir da equação.

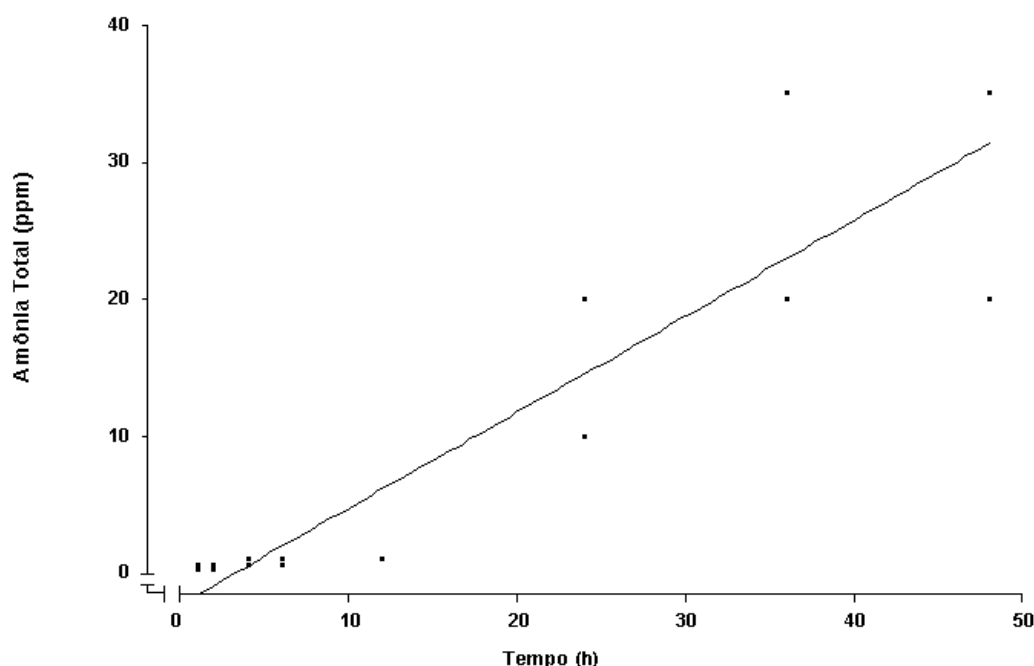


Figura 3: Amônia Total relacionado ao tempo

Como a amônia aumenta linearmente em função do tempo, espera-se que o estresse durante esse tempo seja inevitável, fazendo com que o metabolismo e a atividade do peixe, fiquem mais acelerados, resultando em maior excreção de metabólitos tóxicos (amônia) e resíduos fecais. Quanto aos efeitos da amônia sobre os peixes, segundo Tavares (1995), podem ser citados: a elevação do pH do sangue com aumento do consumo de oxigênio nos tecidos, prejudicando a brânquias, e redução da habilidade do sangue em transportar oxigênio, ocorrência de mudanças histológicas (principalmente rins e baço) e aumento da suscetibilidade do peixe a doença.

Em relação à concentração de Amônia não-ionizada, os dados totais, bem como as médias, erro-padrão da média, coeficientes de variação e intervalo de confiança dos tratamentos, medidos em diferentes tempos durante o transporte são apresentados na tabela 4.

Amônia não-ionizada (ppm) em diferentes tempos (h)								
Repet	1	2	4	6	12	24	36	48
1	0,0040	0,0030	0,0050	0,0030	0,0020	0,0400	0,0500	0,0800
2	0,0015	0,0025	0,0025	0,0010	0,0035	0,0700	0,0500	0,0800
3	0,0030	0,0020	0,0030	0,0030	0,0020	0,0500	0,0800	0,0500
X	0,0031	0,0025	0,0035	0,0023	0,0025	0,053	0,060	0,070
S(X)	0,0007	0,0003	0,0008	0,0007	0,0005	0,009	0,010	0,010
CV	44,4	20,0	37,8	49,5	34,6	28,6	28,8	24,7
IC	0,003	0,001	0,003	0,003	0,002	0,037	0,043	0,043

Tabela 4: Concentração de Amônia não-ionizada na água em cada uma das repetições, em diferentes tempos de transporte; X = média; S(X) = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança

Foi obtida uma equação de regressão linear que permite estimar a quantidade de amônia em função do tempo:

$$\hat{Y} = -0,00166 + 0,00294.X \quad (R^2 = 84,0\%, P < 0,0001)$$

Sendo:

\hat{Y} = concentração (mg.L^{-1}) estimada de amônia não-ionizada

X = Tempo (h)

A Figura 4 mostra a reta obtida pela equação e a dispersão dos dados experimentais.

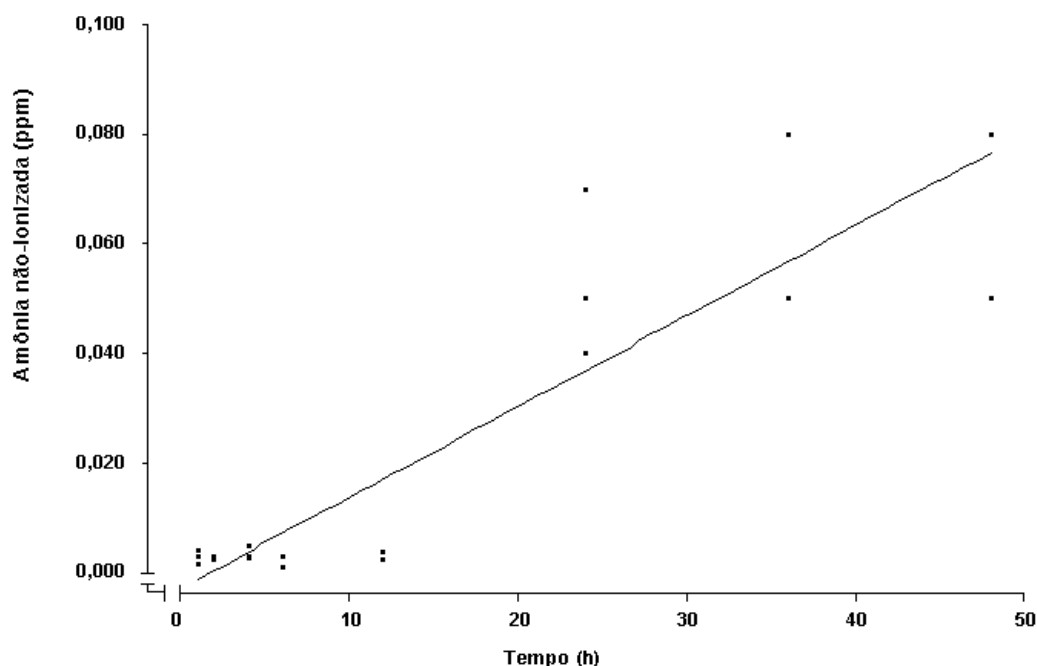


Figura 4- Amônia não-ionizada em função do tempo.

Segundo Monteiro (2008) a amônia no ambiente aquático pode apresentar-se em duas formas, ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3), Sendo este balanço influenciado pelo pH, temperatura e salinidade. Com o aumento do pH, este balanço muda no sentido da forma NH_3 . Os dados apresentados na tabela 2 mostram um aumento significativo do teor de amônia não-ionizada com o passar do tempo, esse fato pode ser explicado em função da liberação de amônia pelas brânquias e pela amônia que é produzida a partir das fezes.

Este aumento da quantidade de amônia não ionizada tem reflexos no crescimento dos peixes. De acordo com Parker e Davis (1981) a amônia na forma não-ionizada e em concentração excessiva, pode prejudicar a transformação da energia alimentar em ATP; com isso inibe o crescimento dos peixes e provoca a desaminação dos aminoácidos, o que, por sua vez, impossibilita a formação de proteínas, essencial no crescimento dos animais .

Alem disso a amônia difunde-se facilmente através das membranas respiratórias, causando danos ao epitélio branquial e, como conseqüência, dificulta as trocas gasosas entre o animal e a água, desestabilizando o sistema de osmorregulação (PIEDRAS; OLIVEIRA; MORAES, 2006).

Em relação ao teor de Oxigênio Dissolvido, os dados totais, bem como as médias, erro-padrão da média, coeficientes de variação e intervalo de confiança dos tratamentos, medidos em diferentes tempos durante o transporte são apresentados na tabela 5.

Amônia Total (ppm) em diferentes tempos (h)								
Repet	1	2	4	6	12	24	36	48

1	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	0,8	0,6
2	1,3	1,1	1,1	1,0	1,2	0,7	0,9	1,0
3	1,3	1,3	1,0	1,1	0,5	0,7	0,2	1,1
X	1,33	1,23	1,13	1,13	1,0	0,83	0,63	0,88
S(X)	0,03	0,07	0,09	0,09	0,25	0,13	0,22	0,15
CV	4,33	9,36	13,5	13,5	43,5	27,7	59,8	29,0
IC	0,14	0,29	0,38	0,38	1,08	0,57	0,94	0,64

Tabela 5: Teor de Oxigênio Dissolvido na água em cada uma das repetições, em diferentes tempos de transporte; X = média; S(X) = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança

A Tilápia tolera níveis de oxigênio dissolvidos muito baixos e, de acordo com Shimoda e Andrade (1998), o ideal é que apresente teores de oxigênio dissolvido nunca inferiores a 3mg/mL, e que permaneça a maioria do tempo com mais de 5mg/ml.

Segundo Tavares (1995) valores de oxigênio dissolvido inferiores a 1mg/L podem ser letais ao peixes.

A figura 5, obtida a partir da equação de regressão logarítmica e dos dados originais, mostra o comportamento do teor de oxigênio dissolvido com o tempo.

$$\hat{Y} = 1,35 - 0,354.\text{Log } X \quad (R^2 = 45,1\%, P=0,0002)$$

Sendo:

\hat{Y} = concentração (mg.L⁻¹) estimada de oxigênio dissolvido

X = Tempo (h)

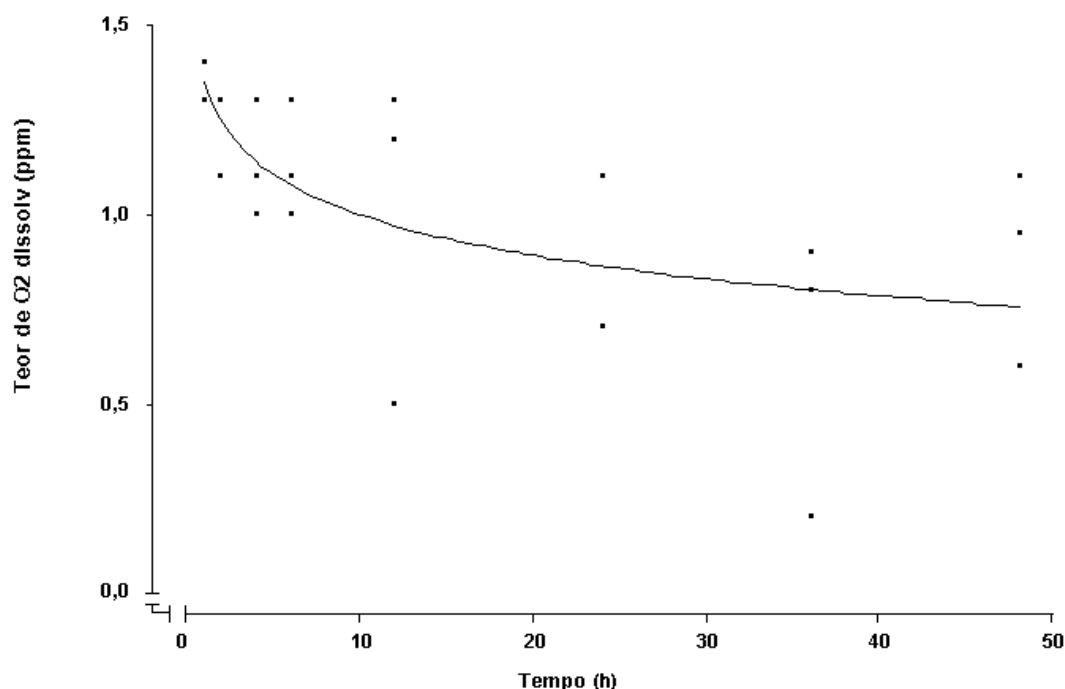


Figura 5: Teor de Oxigênio Dissolvido relacionado com o tempo

Em relação ao PH, os dados totais, bem como as médias, erro-padrão da média, coeficientes de variação e intervalo de confiança dos tratamentos, medidos em diferentes tempos durante o transporte são apresentados na tabela 6.

		pH em diferentes tempos (h)							
Repet		1	2	4	6	12	24	36	48
1		7,2	7,0	6,9	6,3	6,6	6,8	6,0	5,9
2		7,1	6,9	6,9	6,5	6,7	6,8	6,5	6,2
3		7,3	7,2	7,0	7,0	6,2	6,1	6,4	6,4
X		7,2	7,0	6,9	6,6	6,5	6,5	6,3	6,1
S(X)		0,06	0,09	0,03	0,21	0,15	0,23	0,15	0,14
CV		1,39	2,17	0,83	5,46	4,07	6,15	4,20	4,08
IC		0,25	0,38	0,14	0,89	0,66	1,03	0,66	0,62

Tabela 6: pH na água em cada uma das repetições, em diferentes tempos de transporte; X = média; S(X) = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação; IC = intervalo de confiança

O pH da água é um importante fator para assegurar uma boa produção de peixes após o transporte. A faixa de pH de 6,5 a 9,0 é usualmente sugerida, baixos níveis de pH reduzem o crescimento dos peixes durante o transporte (LOPES, 2001).

Com base nos dados da Tabela 6, obteve-se uma equação de regressão logarítmica que permite estimar o pH em função do tempo, sendo os dados experimentais e a curva apresentados na Figura 6.

$$\hat{Y} = 7,19 - 0,575 \cdot \text{Log } X \quad (R^2 = 66,9\%, P < 0,0001)$$

Sendo:

\hat{Y} = pH estimado

X = Tempo (h)

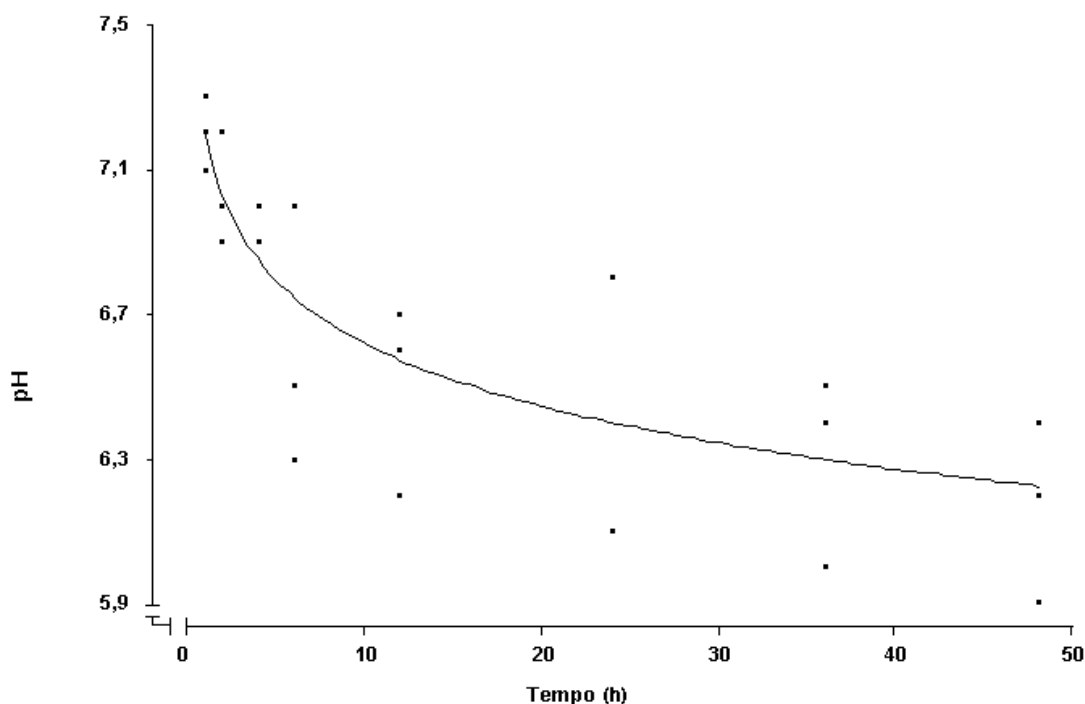


Figura 6: pH relacionado com o tempo

4. Conclusão

O presente trabalho determinou, mediante dados experimentais e por aplicação de métodos estocásticos, que há necessidade de menor período (21,5h) de manutenção em jejum para evitar problemas relacionados a excreção das fezes após colocação dos peixes nas embalagens de transporte. Com o monitoramento da qualidade da água do transporte de juvenis de tilápia foi possível observar que os teores de amônia total e amônia não-ionizada aumentam linearmente com o tempo, enquanto que o pH e o teor de oxigênio dissolvido reduzem de forma logarítmica com o decorrer do tempo. O resultado obtido pode contribuir na rotina de transporte de peixes, reduzindo o tempo de jejum rotineiramente adotado no pré-transporte.

Agradecimento

Agradecemos ao apoio financeiro da FAPERJ.

Referências

- AMEND, N.F. et al. Transportation of fish in closed systems, methods to control ammonia, carbon dioxide, pH and bacterial growth. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.11, p.603-611, 1982.
- BALDISSEROTO, B. **Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura**. Santa Maria: editora UFSM. 212p.
- BERKA, R. The transport of live fish. A review. **EIFAC Technical Paper**, v. 48. 1986. 52p.
- CARMARGO, Sabrina G. O.; POUEY, Juvêncio L. O.f.. Aquicultura - Um mercado em expansão. **Brasileira de Agrociência**, Pelotas, n. , p.393-396, 2005.
- CASTAGNOLLI, N. **Piscicultura de Peixes de Água Doce**. Jaboticabal, FUNEP: 1992.
- IBAMA. **Estatística da pesca - 2004**: Brasil - Grandes regiões e unidades da federação. Tamandaré (PE): MMA, 2005. 136 p.
- GOMES, L. C. *et al.* Avaliação dos efeitos da adição de sal e da densidade no transporte de tambaqui. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 283-290, fev. 2003.
- MELO, Aécio Rodrigues de; STIPP, Nilza A. Freres. A Piscicultura em Cataveiro como Alternativa Econômica para as Áreas Rurais. **Geografia: Revista do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina**, Londrina, v. 10, n. 2, p.175-193, jul. 2001. Semestral.
- OKUMURA, M.P.M. Bichoonline. São Paulo. **Transportando peixes**. 2000. Disponível em: <http://www.bichoonline.com.br/artigos/Xmp0005.htm>.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. **Fundamentos e técnicas de manejo**. Guaíba: Editora Agropecuária, 1998. 211p.
- OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J.R.; PEDINI, M. Situação atual da aqüicultura brasileira e mundial. p. 353 – 381. IN: Valenti, W.C. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília, CNPq, 2000. 399 p.
- PAVILIDIS, M et al. Evaluation of transportation procedures on water quality and fry performance in red porgy (*Pagrus pagrus*) fry. **Aquaculture**, Crete, Italy, n. 218, p.187-202, 2002.
- SHIMODA, E.; ANDRADE, D.R. **Piscicultura**: monitoramento e práticas de controle da qualidade da água. Campos dos Goytacazes: UENF, 1998. 24p.
- SILVA, Newton José Rodrigues da. **Dinâmicas de desenvolvimento da piscicultura e políticas públicas no Vale do Ribeira/SP e Alto Vale do Itajaí/SC - Brasil**. 2005. 545 f. Tese (Doutorado) - Unesp, Jaboticabal, 2005.
- SOUZA, E.C.P.M.; TEIXEIRA FILHO, A.R. **Piscicultura fundamental**. 1995. 88p.
- TEIXEIRA FILHO, A.R. **Piscicultura ao alcance de todos**. São Paulo: Nobel. 1991.
- YASUI, George Shigueki *et al.* Cultivo monosssexual de tilápias: importância e obtenção por sexagem e inversão sexual. **Cad. Téc. Vet Zootec**, Hokkaido, n. 51, p.37-61, 2006.