

OTIMIZAÇÃO DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE DE TILÁPIAS

Flávio Pavesi Simão (UCAM-Campos)

flavio.pavesi@terra.com.br

Eduardo Shimoda (UCAM-Campos)

eduardo_shimoda@uol.com.br



O presente trabalho teve como objetivo otimizar a densidade de estocagem no transporte de alevinos de tilápia em função do tempo de transporte. O trabalho foi realizado com animais oriundos do Centro de Piscicultura da Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus de Alegre, sendo o experimento conduzido em uma sala climatizada, durante o mês de abril de 2009, no laboratório de Química da Universidade Cândido Mendes - UCAM - Campos - RJ. Os alevinos foram, inicialmente, mantidos durante 48h sem alimentação, com renovação constante de água. Posteriormente, os alevinos foram acondicionados em sacos plásticos de 15cm x 30cm, contendo 80, 89, 100, 114, 133, 160 e 200mL de água proveniente de uma cisterna. Foram acrescentados 4 alevinos por sacola plástica e, considerando que estas quantidades ficaram presentes nos respectivos volumes de água, foram constituídos os tratamentos T1= 20, T2=25, T3=30, T4=35, T5=40, T6=45 e T7=50 alevinos.L-1, respectivamente. Cada tratamento teve 6 repetições, sendo que cada saco plástico constituiu uma unidade experimental. Com base nos resultados, foi obtida a equação de regressão, do tipo logarítmica, envolvendo a densidade e o tempo necessário para a morte do 1º alevino: $y = -28,80 \cdot \log X + 61,91$ ($P=0,0044$; $R^2 = 18,5\%$) sendo possível determinar o tempo estimado de sobrevivência dos alevinos por litro em função da densidade (peixes/L), e também a equação de regressão ($P=0,0001$; $R^2 = 32,0\%$), do tipo exponencial, envolvendo a densidade e o tempo necessário para a morte do 1º alevino: $\log y = (-0,0015145) \cdot X + 1,477$ sendo possível determinar o tempo estimado de sobrevivência dos alevinos por litro em função da densidade (gramas/L).

Palavras-chaves: alevinos, piscicultura, otimização, tilápia, transporte

1. Introdução

A carne de peixe pode ser oriunda da pesca extrativa ou da criação. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2008), a produção de organismos aquáticos pela captura no ambiente natural apresentada já atingiu o seu limite, não permitindo em muitas regiões, a possibilidade de aumento sustentável da produção. Em contraste, a aquicultura (cultivo de organismos aquáticos) representa a única solução para o aumento da produção para atender a crescente demanda mundial pela carne de pescado. Comparativamente, no período entre 2007 e 2008, enquanto a pesca extrativa apresentou redução de 0,8%, a aquicultura mostrou incremento de 4,7% (FAO, 2008).

Dentre todos os países do mundo com produção de mais de 100 milhões de toneladas, o Brasil apresentou o maior aumento de produção oriunda da aquicultura (+18,1%) entre 2000 e 2002 (FAO, 2004). Dados do IBAMA (2004) revelam que a aquicultura brasileira aumentou em 159,5% sua produção, entre os anos de 1998 a 2004. Segundo Castagnoli (1992), o Brasil apresenta um dos maiores potenciais para piscicultura, devido aos seus recursos hídricos abundantes, grande extensão territorial e condições climáticas favoráveis, estando aproximadamente 75% de sua área posicionada na zona tropical.

Não obstante este potencial do Brasil para aquicultura, quando se analisa o desempenho da aquicultura mundial observa-se que dentre os 10 (dez) maiores produtores mundiais de aquicultura, se destacam 09 países asiáticos (China, Índia, Indonésia, Filipinas, Vietnam, Tailândia, Coréia do Sul, Japão e Bangladesh) e, apenas 1 (um) país da América do Sul (Chile), os quais, produziram 60,0 milhões de toneladas, o equivalente a 89,95% da produção mundial desse setor.

O Brasil, a despeito de todo o seu potencial nessa área, teve uma participação incipiente quando se leva em conta que as 271,7 mil toneladas produzidas pelo país, em 2006, representaram apenas 0,41% da produção mundial (FAO, 2008).

É importante ressaltar a participação das principais espécies no contexto da sua produção. Nesse sentido, o grande destaque fica por conta do grupo representado pelas carpas, cujo volume de produção reportado pela FAO para 2006 (20.525.641 t) representou 30,75% do total produzido pela aquicultura mundial no referido ano. Na seqüência, por ordem decrescente, em termos de participação, se posicionam: ostras (7,6%); mariscos (6,46%); camarões (4,74%) tilápias (3,49%); salmonídeos (3,21%) e mexilhões (2,83%).

Uma das espécies que é citada com potencial para piscicultura é a tilápia, *Oreochromis niloticus*. As tilápias são predominantemente de águas quentes. A temperatura da água do cultivo pode variar de 20 a 30°C, embora possam tolerar temperaturas de aproximadamente 12°C (SWIFT, 1998).

Considerando que os peixes são ectotermos, ou seja, a temperatura corpórea varia de acordo com o meio (POUGH *et al.*, 1999), variações de temperatura exercem efeitos consideráveis sobre os processos fisiológicos, levando a alterações no consumo de oxigênio (SCHMIDT-NIELSEN, 1996). Assim sendo, quando a temperatura da água aumenta, o metabolismo dos peixes, por consequência, também aumenta, elevando o consumo de oxigênio. Segundo a regra de Van't Hoff, um aumento de 10°C na temperatura proporciona uma elevação de 2 a 3 vezes na velocidade das reações metabólicas do organismo (STEFFENS, 1987; LOVELL, 1998). Além disso, Jian *et al.* (2003), afirmam que a temperatura da água é considerada uma das variáveis ambientais mais importantes, por afetar diretamente o metabolismo, consumo de

oxigênio, crescimento e sobrevivência de organismos aquáticos. Deste modo, a temperatura pode ser um fator estressante aos peixes, se ultrapassar os limites de conforto e/ou se oscilar abruptamente (OSTRENSKV; BOEGER 1998). Segundo Hein e Brianese (2004), a temperatura de conforto ideal para a tilápia é entre 26 e 28°C.

A tilápia destaca-se como peixe promissor para aquicultura, tendo como base a sua rusticidade, rápido desenvolvimento e adequação ao confinamento; é uma espécie onívora, e aceita rações sem muitos problemas, desde o período de pós-larva até a fase de terminação (BOSCOLO *et al.*, 2001).

Dependendo do cultivo, a conversão alimentar (kg ração/kg de peixe produzido) pode oscilar de 1,8 a 0,8. Isso se dá devido à grande habilidade das tilápias em aproveitar a alimentação natural (principalmente fitoplâncton) complementando a dieta fornecida (ração), assim proporcionando menor custo com a alimentação (MARTINS *et al.*, 2006).

De acordo com Popma e Phelps (1998), outra característica que torna grande a aceitação à criação de tilápia é a resistência à baixa concentração de oxigênio dissolvido. Outra característica positiva é o ciclo de engorda reduzido, podendo chegar ao peso de abate (400-500g) em até quatro meses, tendo como peso inicial 5-10g.

A capacidade de suportar baixas concentrações de oxigênio, parece ser uma qualidade de todas as espécies de tilápias, podendo inclusive sobreviverem em níveis tão baixos quanto 1 mg/L. A concentração de 0,1 mg/L tem sido considerada como letal para *O. niloticus* (POLI *et al.*, 2004).

A tilápia, além das vantagens apresentadas durante o cultivo, demonstra também um potencial comercial elevado, haja visto que, na gastronomia, o filé de tilápia é muito procurado, pois ele não apresenta espinhos intramusculares e é rico em Omega-3. O couro da tilápia também pode ser utilizada na confecção de produtos manufaturados, maximizando assim seu aproveitamento.

Uma particularidade dessa espécie é o maior crescimento dos machos em relação às fêmeas; em função disso tem se preconizado somente o cultivo de machos, que podem ser obtidos através do uso de hormônios esteróides, durante o período de diferenciação sexual. (FURUYA; SOUZA; FURUYA, 1998). Apenas alguns centros nacionais dominam esta técnica de inversão sexual. Surge desta forma, a necessidade do transporte dos alevinos até as fazendas que promovem o cultivo da espécie para comercialização.

Apesar dos avanços nas técnicas de manejo adotadas no transporte de alevinos, a indústria aquícola contabiliza prejuízos nessa etapa da produção, pois o transporte geralmente é feito na fase mais sensível do desenvolvimento dos peixes nos estágios de larva, pós-larva e alevino, quando a mortalidade oscila entre 40 a 80%. Durante a despesca, confinamento para a depuração, transporte e descarregamento os peixes estão submetidos a diversas pressões de estresse (KUBITZA, 1998).

De acordo com Berka (1986), há dois sistemas básicos de transporte de peixes vivos, o sistema fechado e o sistema aberto. O sistema fechado é um recipiente fechado, em que todos os requisitos para a sobrevivência são auto-contido. O formato mais simples é um saco plástico selado parcialmente cheios com água e oxigênio. O sistema aberto é constituído de água cheio de contentores, em que os requisitos para a sobrevivência são oferecidos continuamente a partir de fontes externas. O formato mais simples é um pequeno reservatório com um ventilador pedra.

O transporte da tilápia é realizado em sistema fechado, que são representados por sacos de polietileno e de outras unidades de transportes fechados. Eles são usados principalmente para o transporte do peixe miúdo precoce, mas também crias de peixe. O transporte em sacos de polietileno, com o oxigênio é particularmente difundida no mundo, sendo usada como um método muito eficaz. Ela reduz substancialmente o volume e o peso total do transporte da água, permite que seja possível prolongar o tempo de transportes, e é economicamente vantajosa (BERKA, 1986).

O objetivo do presente trabalho é otimizar a densidade de estocagem dos alevinos de tilápia, melhorando a logística de transporte da espécie.

2. Materiais e métodos

O experimento foi realizado com Tilápias Tailandesas (Chitralada), com 60 dias de vida, invertidas sexualmente, oriundas do Centro de Piscicultura da Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus de Alegre, sendo conduzido em uma sala de 43m², climatizada (ar condicionado, marca Springer, 30.000 btu's), entre os dias 15 e 17 de abril de 2009. Foram utilizados 168 alevinos de tilápia, oriundos da mesma desova.

Os alevinos foram, inicialmente, mantidos na Universidade Candido Mendes – Campos - RJ em 1 caixa d'água de 150L, durante 48h, sem alimentação, com renovação constante de água (83% do volume total por hora). Este procedimento teve como finalidade esvaziar o sistema digestório dos alevinos, para que os mesmos defecassem o mínimo possível depois de embalados, diminuindo assim o estresse. Este pode ser causado por elevados níveis de amônia na água, por baixas ou excessivas concentrações de oxigênio e por temperaturas de água inadequadas (MELO; STIPP, 2001).

Segundo Westers (2001) a amônia é o principal produto de excreção dos peixes, em diversas espécies, esta substancia pode chegar a representar 80% do total excretado (BOYCE *et al.*, 1999) e que tal molécula é oriunda da digestão das proteínas e do catabolismo dos aminoácidos.

De acordo com Kubitza (1999), valores de amônia acima de 0,20 mg/L já são suficientes para induzir toxicidade crônica e levar à diminuição do crescimento e da tolerância dos peixes a doenças. Níveis de amônia entre 0,70 e 2,40 mg/L podem ser letais para os peixes, quando expostos por curto período. Exposição contínua ou freqüente a concentrações de amônia tóxica acima de 0,02 mg/L pode causar intensa irritação e inflamação nas brânquias.

Posteriormente, os alevinos foram acondicionados em sacos plásticos de 15cm x 30cm, contendo 80, 89, 100, 114, 133, 160 e 200mL de água de chuva armazenada em uma cisterna, fazendo com que em seu interior ficasse 1/3 de água para 2/3 de ar em cada sacola. Para saturar a água em oxigênio, foi utilizado um compressor de ar com duas saídas, conectado a duas mangueiras de silicone terminando-se em pedras porosas imersas na água. Foi acompanhado o teor de oxigênio dissolvido com um oxímetro até que o valor se estabilizou, parando de aumentar, o que ocorreu com 7,7 mg de O₂/L.

O pH inicial da água foi de 7,8, considerado ideal por estar contido dentro do intervalo ideal de 7,0 - 8,5 (HEIN; BRIANESE, 2004).

Os valores de pH entre 7 e 8 são aconselhados para a obtenção dos melhores resultados de engorda, embora algumas espécies possam suportar uma variação entre 5 e 11 sem apresentar qualquer efeito deletério. Valores inferiores a 3,5 ou acima de 12 causam a mortalidade total dos exemplares, em menos de 6 horas de exposição (POLI *et al.*, 2004).

Foram acrescentados 4 alevinos por sacola plástica e, considerando que estas quantidades ficaram presentes em 80, 89, 100, 114, 133, 160 e 200mL de água, foram constituídos os tratamentos T1=20, T2=25, T3=30, T4=35, T5=40, T6=45 e T7=50 alevinos.L⁻¹, respectivamente. Cada tratamento teve 6 repetições, sendo que cada saco plástico constituiu uma unidade experimental. As unidades experimentais ficaram em descanso em uma caixa térmica de 80 litros, semipreenchida de água, com o objetivo de equilibrar a temperatura da água interna aos sacos plásticos. Para efeito de experimento, utilizou-se a temperatura da água de 25°C, verificada e controlada de hora em hora.

Os pesos médios dos alevinos em cada unidade experimental são apresentados na Tabela 1, bem como o peso por volume de água (g/L), mostrado na Tabela 2.

Repetição	Peso (g) nas diferentes densidades (20 a 50 alevinos/L)						
	20	25	30	35	40	45	50
1	39,539	13,362	19,412	23,853	28,578	33,540	27,663
2	17,334	34,234	11,533	16,219	25,308	16,958	21,665
3	28,145	13,800	27,632	21,882	17,938	16,018	16,393
4	11,567	17,635	29,185	19,948	20,381	18,983	18,712
5	18,747	18,596	15,026	16,836	16,511	11,526	23,571
6	17,022	13,751	16,077	13,747	19,148	23,154	13,838
Média (X)	22,06	18,56	19,81	18,75	21,31	20,03	20,31
s (X)	4,12	3,26	2,91	1,55	1,90	3,12	2,05
C.V. (%)	45,8	43,1	36,0	20,3	21,9	38,1	24,8

TABELA 1 – Peso, em gramas em cada uma das repetições dos tratamentos a diferentes densidades (20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 alevinos/L)

Repetição	Peso por volume de água (g/L) nas diferentes densidades (20 a 50 alevinos/L)						
	20	25	30	35	40	45	50
1	197,70	83,51	145,95	209,24	285,78	376,85	345,79
2	86,67	213,96	86,71	142,27	253,08	190,54	270,81
3	140,73	86,25	207,76	191,95	179,38	179,98	204,91
4	57,84	110,22	219,44	174,98	203,81	213,29	233,90
5	93,74	116,23	112,98	147,68	165,11	129,51	294,64
6	85,11	77,17	120,88	120,59	191,48	260,16	172,98
Média (X)	110,3	114,6	149,0	164,5	213,1	225,1	253,8
s (X)	20,6	20,9	21,9	13,6	19,0	35,0	25,6
C.V. (%)	45,8	44,6	36,0	20,3	21,9	38,1	24,8

TABELA 2 – Peso, em gramas, por volume de água, em Litros, em cada uma das repetições dos tratamentos a diferentes densidades (20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 alevinos/L)

Assim que foi observado o 1º alevino morto em cada sacola, esta foi aberta, e analisou-se: o tempo decorrido até a morte, o pH (pHmetro, marca Phtek), a temperatura (Termômetro de coluna, à base de álcool, escala de 0 a 110°C), o peso dos peixes (Balança digital, com precisão de 1 mg, marca Marte), o nível de oxigênio dissolvido (Oxímetro modelo PDO-519) e o teor de amônia (Micropipeta, marca Digipet).

Os resultados foram tabulados no aplicativo Microsoft Excel, e as análises estatísticas realizadas no programa SAEG, versão 9.1. A análise descritiva, incluindo médias e erros-padrão de cada tratamento, foi obtida para o tempo até a morte do 1º alevino.

Também foi testada a existência de correlações de Pearson entre os parâmetros medidos

(tempo para morte do 1º alevino, pH, concentrações de oxigênio dissolvido e amônia). Nas correlações significativas, foram obtidas equações de regressão, sendo o modelo de regressão (linear, quadrática, logarítmica, exponencial, dentre outros) escolhido de acordo com a análise da significância dos parâmetros estatísticos.

3. Resultados e Discussão

3.1. Variáveis do monitoramento da qualidade de água

Após a morte do 1º alevino, foi feita a medição do pH (que inicialmente era de 7,8) da água contida no interior do saco plástico. A variação dos valores obtidos não apresentou significância e são apresentados na tabela 3. Em todos os casos foi constatado que o pH alcançou índices inferiores ao ideal, 7,0 - 8,5. Este índice, proposto por Hein e Brianese (2004), ao ser comparado com os dados coletados, caracteriza um dos fatores de morte dos alevinos.

Repetição	pH após a morte do 1º alevino nas diferentes densidades (20 a 50 alevinos/L)						
	20	25	30	35	40	45	50
1	6,1	6,3	5,8	6,4	6,3	6,0	6,3
2	6,4	6,3	6,4	6,6	6,3	6,4	6,4
3	6,4	6,5	6,4	6,4	6,5	6,5	6,3
4	6,6	6,5	6,3	6,5	6,5	6,6	6,4
5	6,4	6,3	6,6	6,6	6,6	6,8	6,4
6	6,5	6,3	6,6	6,7	6,6	6,6	6,6
Média (X)	6,40	6,37	6,35	6,53	6,47	6,48	6,40
s (X)	0,068	0,042	0,120	0,049	0,056	0,111	0,048
C.V. (%)	2,6	1,6	4,6	1,9	2,1	4,2	1,71

TABELA 3 – pH após a morte do 1º alevino em cada uma das repetições dos tratamentos a diferentes densidades (20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 alevinos/L)

Apesar de não apresentarem diferenças estatísticas significantes, o teor de oxigênio dissolvido, que inicialmente era de 7,7 mg/L, alcançou índices extremamente baixos, conforme demonstra a tabela 4. Este baixo índice no teor de oxigênio dissolvido, demonstra a resistência e adaptabilidade desta espécie, comprovando a teoria de Popma e Phelps (1998). Alevinos de Piaçu, por exemplo, apresentaram morte ao nível de 4,86 a 5,28 de oxigênio dissolvido a uma temperatura média de 26°C, conforme apresentado por Carias (2007).

Repetição	Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) após a morte do 1º alevino nas diferentes densidades (20 a 50 alevinos/L)						
	20	25	30	35	40	45	50
1	1,0	1,6	1,2	1,2	1,5	1,6	1,5
2	1,0	1,0	1,7	1,3	1,3	1,0	1,1
3	1,0	1,5	1,6	1,3	1,1	1,0	1,1
4	2,2	1,4	1,7	1,1	1,1	1,2	1,4
5	1,2	1,1	1,2	1,5	1,1	1,8	1,4
6	1,3	1,3	1,1	1,0	1,0	1,6	1,4
Média (X)	1,28	1,32	1,42	1,23	1,18	1,37	1,32
s (X)	0,190	0,095	0,114	0,071	0,075	0,141	0,070
C.V. (%)	36,4	17,6	19,7	14,2	15,5	25,2	13,1

TABELA 4 – Teor de oxigênio dissolvido (mg/L) após a morte do 1º alevino em cada uma das repetições dos tratamentos a diferentes densidades (20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 alevinos/L)

Os resultados referentes à concentração de amônia em cada tratamento são apresentados na Tabela 5.

Repetição	Concentração de amônia (mmols/L) na água após a morte do 1º alevino nas diferentes densidades (20 a 50 alevinos/L)						
	20	25	30	35	40	45	50
1	345,4	276,4	265,1	351,4	377,7	412,2	388,9
2	331,2	349,9	349,9	328,9	454,2	387,4	403,9
3	360,4	351,4	331,9	328,9	346,2	137,6	391,9
4	405,4	394,9	303,4	409,2	332,7	364,9	323,7
5	326,0	322,9	151,8	219,4	177,4	402,4	174,4
6	495,5	317,7	199,1	306,4	459,4	406,2	388,9
Média (X)	377,3	335,5	266,9	324,0	357,9	351,8	345,3
s (X)	26,3	16,3	31,8	25,4	42,2	43,4	36,1
C.V. (%)	17,1	11,9	29,2	19,2	28,9	30,2	25,6

TABELA 5– Concentração de amônia, em mmols/L, na água após a morte do 1º alevino em cada uma das repetições dos tratamentos a diferentes densidades (20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 alevinos/L)

As concentrações de amônia observadas foram muito acima do considerado por Boyd (1990) como ideal para cultivo da tilápia (0,02mmols/L) e estatisticamente superior ($P < 0,0001$) ao nível inicial, que foi de 0,016mmols/L. Este fato pode ser explicado pela excreção de NH_3 pelas brânquias, e que, em sistema fechado e em alta densidade levou às altas concentrações. A alta concentração de amônia na água é um dos fatores, além da baixa concentração de oxigênio verificada, que pode ter levado os alevinos à morte.

3.2. Tempo para morte do 1º alevino

Os resultados obtidos, com os valores individuais, médias e desvios-padrão do tempo para morte do 1º alevino, em cada tratamento, são apresentados na Tabela 6.

Repetição	Tempo (em horas) nas diferentes densidades (20 a 50 alevinos/L)						
	20	25	30	35	40	45	50
1	12,42	7,83	5,62	15,45	8,55	5,63	8,87
2	17,23	16,92	11,80	15,90	9,17	11,77	11,45
3	18,73	22,95	15,33	16,40	15,35	17,02	11,45
4	19,97	33,60	15,78	18,65	15,97	18,00	13,62
5	28,45	45,57	18,90	20,35	17,10	19,35	14,97
6	30,58	49,57	21,30	20,50	18,37	22,32	17,25
Média (X)	21,23	29,41	14,79	17,88	14,08	15,68	12,93
s (X)	2,83	6,70	2,26	0,92	1,71	2,46	1,21
C.V. (%)	32,7	55,8	37,5	12,7	29,7	38,4	23,0

TABELA 6 – Tempo, em horas, necessário para verificação do 1º alevino morto em cada sacola em cada uma das repetições dos tratamentos a diferentes densidades (20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 alevinos/L)

Com base nos resultados, foi obtida a equação de regressão ($P=0,0044$; $R^2 = 18,5\%$), do tipo logarítmica, envolvendo a densidade e o tempo necessário para a morte do 1º alevino: $\hat{Y} = -28,80 \cdot \text{LOG}_{10} X + 61,91$; Em que: \hat{Y} = tempo estimado de sobrevivência dos alevinos (em horas), X = densidade (alevinos/L).

Com esta equação, é possível estimar quanto tempo os alevinos poderão ser transportados, de acordo com o número de alevinos por litro.

Na Figura 1, percebe-se que a curva se ajusta bem aos dados experimentais obtidos.

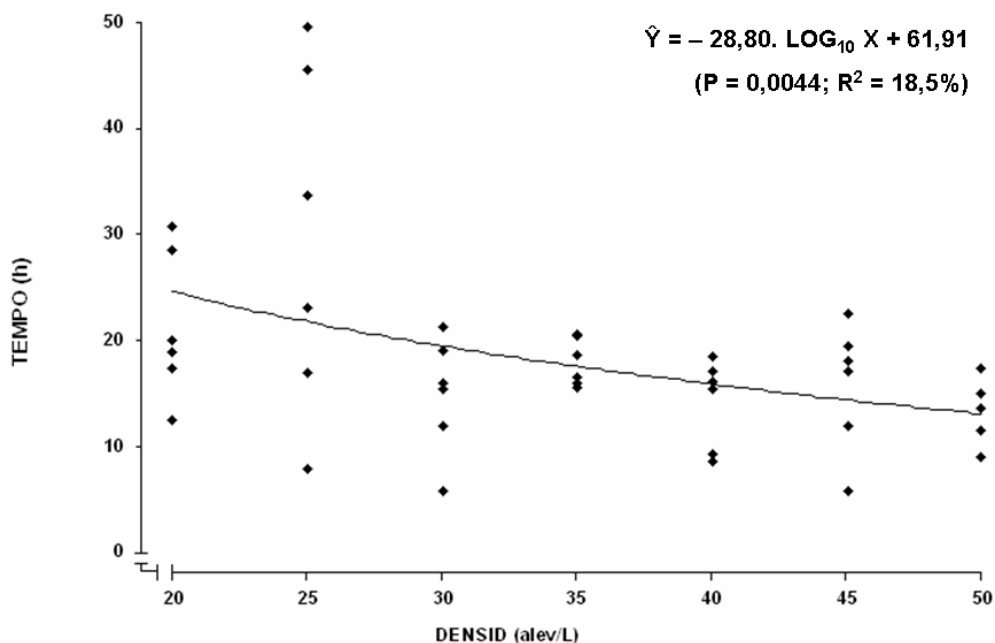


FIGURA 1- Tempo para morte do 1º alevino de tilápia em função da densidade.

Sob o ponto de vista da prática rotineira da piscicultura, seria importante a recomendação de utilização de densidade de alevinos/L de acordo com o tempo previsto de uma viagem. Assim, baseado na equação de regressão, foi formulada a tabela 7. Por exemplo, se uma determinada viagem, de transporte de alevinos for durar em torno de 28 horas, não se recomenda utilizar mais do que 15 alevinos/L.

DENSIDADE (alevinos / L)	TEMPO ESTIMADO
1	61,9
2	53,2
3	48,2
4	44,6
5	41,8
10	33,1
15	28,0
20	24,4
25	21,6
30	19,4
35	17,4
40	15,8
50	13,0

60	10,7
70	8,8
80	7,1
90	5,6
100	4,3
110	3,1
120	2,0
130	1,0
140	0,1

TABELA 7 – Densidade máxima de alevinos por litro recomenda para transporte em sacolas plásticas de acordo com o tempo estimado de viagem.

Como o peso dos alevinos utilizados no experimento foi relativamente variável (de 11,5g a 29,2g), foi realizada análise considerando também o peso total dos alevinos em cada sacola, uma vez que o consumo de oxigênio e a produção de amônia pelas brânquias dos alevinos acontece em maior escala quanto maior for o alevino.

A partir da densidade (gramas de alevino/L) foi obtida a equação de regressão ($P=0,0001$; $R^2 = 32,0\%$), do tipo logarítmica, envolvendo a densidade e o tempo necessário para a morte do 1º alevino: $\text{LOG } \hat{Y} = (-0,0015145).X + 1,477$. Em que: \hat{Y} = tempo estimado de sobrevivência dos alevinos (em horas), X = densidade (gramas/L).

Com esta equação, é possível estimar quanto tempo os alevinos poderão ser transportados, de acordo com o peso de alevinos por litro, sendo a dispersão dos dados e a curva obtida a partir da equação de regressão apresentados na Figura 2.

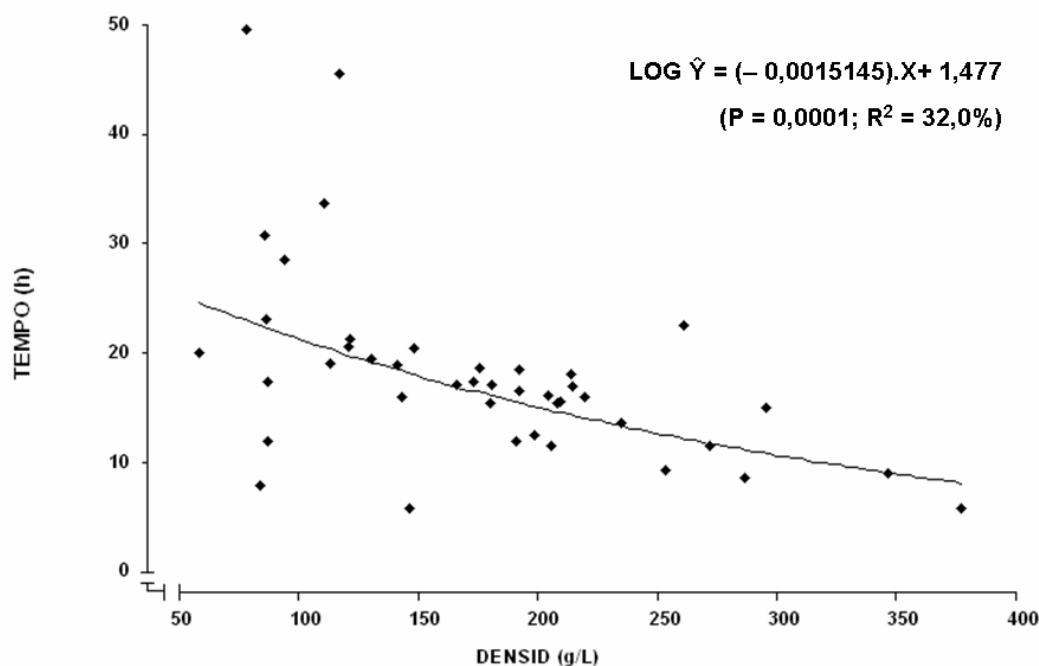


FIGURA 2- Tempo para morte do 1º alevino de tilápia em função do peso.

Assim, baseado nos dados obtidos, recomenda-se na prática a utilização da densidade em gramas/L de acordo com o tempo previsto de uma viagem. Se uma determinada viagem de transporte de alevinos for durar em torno de 10h30min, não se recomenda utilizar mais do que 300 gramas/L, conforme apresentado na tabela 8.

4. Conclusão

O tempo de transporte de alevinos de tilápia varia em função da densidade (alevinos/L) de acordo de forma logarítmica, e em função do peso/L, de maneira exponencial, sendo possível estimar a quantidade máxima ou peso de alevinos por litro de acordo com o tempo de transporte. O presente estudo pode contribuir para otimização do transporte de alevinos de tilápia, apresentando informações que proporcionam condições de transportar maior quantidade de alevinos em menor volume de água, com mortalidades baixas.

DENSIDADE (g / L)	TEMPO ESTIMADO
50	25,2
75	23,1
100	21,2
125	19,4
150	17,8
175	16,3
200	14,9
225	13,7
250	12,5
275	11,5
300	10,5
325	9,7
350	8,8
375	8,1
400	7,4
425	6,8
450	6,2
475	5,7
500	5,2

TABELA 8 – Densidade máxima em gramas por litro recomenda para transporte em sacolas plásticas de acordo com o tempo estimado de viagem.

Agradecimento

Agradecemos ao apoio financeiro da FAPERJ.

Referências

- BERKA, R.** *The transport of live fish. A review.* EIFAC Technical Paper, v. 48. 1986. 52p.
- BOSCOLO, W. R. et al.** *Desempenho e características de carcaça de machos Revertidos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento.* Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001b.
- BOYD, C.E.** *Water quality in ponds for aquaculture.* Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 1990. 482p.

- BOYCE, S. J.** *Nitrogenous excretion in the Antarctic plunderfish.* Journal of Fish Biology, Cambridge, Inglaterra, v. 54, n. 1, p. 72-81, 1999.
- CASTAGNOLLI, N.** *Criação de peixes de água doce.* Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1992. 189p.
- FAO.** *Examen mundial de la pesca y la acuicultura.* Roma: FAO Fisheries Department, 2008. 196p.
- FURUYA, Wilson Massamitu; SOUZA, Sandra Regina de & FURUYA, Valéria R. B.** *Dietas peletizadas e extrusada para machos revertidos de tilápia do nilo, na determinação.* Ciência Rural, Santa Maria, n. , p.483-487, 1998.
- HEIN, Gelson & BRIANESE, Raul Henrique.** 2004. Modelo Emater de Produção de Tilápia. Toledo, Paraná. 27p.
- KUBITZA F.** *Nutrição e alimentação dos peixes cultivados.* Campo Grande: Projeto Pacu/Agropeixe, 1998. 108p.
- KUBITZA, F.** *Qualidade da água na produção de peixes.* 3. ed. Jundiaí: Degaspari. 97p, 1999.
- MARTINS, G.B** et al. Cronologia do aparecimento de sinais clínicos de anestesia em alevinos de piauçu *Leporinus macrocephalus* submetidos a diferentes concentrações de mentol. In: I Seminário Interinstitucional da FAFIA, 2006, Alegre. Anais... 2006.
- MELO, Aécio Rodrigues de & STIPP, Nilza A. Freres.** *A Piscicultura em Cativeiro 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.
- OSTRENSKY, A. & BOEGER, W.** *Piscicultura: fundamentos e técnicas de manejo.* Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária. 211p, 1998.
- POLI, C.R.** et al. **Aquicultura, experiências brasileiras.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Ed. Multitarefa, 2004. p. 309-316.
- POPMA, T.J. & PHELPS, R.P.** *Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques.* In: AQUICULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. Anais... Recife: SIMBRAQ, 1998. p.127-145.
- POUGH, F.H.** et al. *A vida dos vertebrados.* 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- SCHMIDT-NIELSEN, K.** *Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente.* 5 ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1996.
- STEFFENS, W.** *Principios fundamentales de la alimentación de los peces.* Zaragoza: ACRIBIA S.A., 1987.
- SWIFT, M. L. & PACK, M.** *The effect of wheat cultivar, growing environment, and enzyme supplementation on digestibility of amino acids by broilers.* Canadian Journal of Animal Science, Ottawa, v. 78, n. 3, p. 335-342, Sept.1998.
- WENDELAAR BONGA, B. S. E.** *The stress response in fish.* Physiological Reviews, v.77, p. 591-625, 1997.