



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL



**Suplementação alimentar com  $\beta$ -glucano e  
mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em  
tanques-rede**

**Fabiana Garcia**

**Zootecnista**

**Jaboticabal – S P - Brasil**

**2008**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CENTRO DE AQUICULTURA DA UNESP  
CAMPUS DE JABOTICABAL



## **Suplementação alimentar com $\beta$ -glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede**

**Fabiana Garcia**

**Orientador: Prof. Dr. Flávio Ruas de Moraes**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura do Centro de Aqüicultura da Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Aqüicultura, na área de concentração Sanidade de Organismos Aquáticos.

**Jaboticabal – S P - Brasil**

**2008**

Garcia, Fabiana

G216s        Suplementação alimentar com beta-glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede / Fabiana Garcia. -- Jaboticabal, 2008

xi, 100 f. :il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, 2008

Orientador: Flávio Ruas de Moraes

Banca examinadora: Luiz Edvaldo Pezzato, Newton Castagnolli, Laura Satiko Okada Nakaghi, Sérgio Henrique Canello Schalch

Bibliografia

1. Tilápia do Nilo. 2. Suplementação alimentar. 3. Tanques-rede. I. Título. II. Jaboticabal-Centro de Aqüicultura.

CDU 639.3.043

Aos meus pais Luiz Alberto e Sandra,  
Meu irmão Luiz Fernando,  
Vó Tita (*in memoriam*), Vô Isidoro e Vó Miako ,

Dedico

Ao meu amor, Scaloppi Jr.,  
que faz minha vida mais colorida,

Ofereço

## Cantá - Gildes Bezerra

Cantá seja lá cumu fô  
 Si a dô fô mais grandi que o peito  
 Cantá bem mais forte qui a dô

Cantá pru mor da aligria  
 Tomém pru mor da tristeza  
 Cantano é qui a natureza  
 Insina os ome a cantá

Cantá sintino sodade  
 Qui dexa as marca di verga  
 Di arguém qui os óio num vê  
 I o coração inda inxerga

Cantá coieno as coieta  
 Ou qui nem bigorna no maio  
 Qui canto bão de iscuitá  
 É o som da minhã di trabaio

Cantá cumu quem dinuncia  
 A pió injustiça da vida:  
 A fomi i as panela vazia  
 Nus lá qui num tem mais cumida

Cantá nossa vida i a roça  
 Nas quar germina as semente  
 As qui dão fruto na terra  
 I as qui dão fruto na gente

Cantá as caboca cum jeito  
 Cum viola i catiguria  
 Si elas cantá nu seu peito  
 Num tem cantá qui alivia

Cantá pru mor dispertá  
 U amô qui bati i consola  
 Pontiano dento da gente  
 Um coração di viola

Cantá cum muntos amigos  
 Qui a vida canta mió  
 É im bando qui os passarim  
 Cantano disperta o só

Cantá, cantá sempri mais:  
 Di tardi, di noiti i di dia  
 Cantá, cantá qui a páiz  
 Carece di mais cantoria

Cantá seja lá cumu fô  
 Si a dô fô mais grandi qui o peito  
 Cantá bem mais forti qui a dô

## Agradecimentos

A Deus, pela dádiva da vida.

Ao Prof. Dr. Flávio Ruas de Moraes, meu orientador, que desde minha graduação esteve disposto a ensinar, conduzir, mostrar caminhos. A confiança depositada em nosso trabalho foi essencial para que eu aprendesse a trilhar meu caminho com segurança.

Aos participantes da banca examinadora pelas sugestões imprescindíveis para o enriquecimento da tese.

Aos proprietários da Escama Forte Piscicultura (Marcos Nakamura, André Camargo, Rogério e demais funcionários). A execução dos experimentos na piscicultura me trouxe enormes contribuições técnicas e pessoais. Aprendi muito com esta convivência. Este trabalho, acima de tudo, representou grande estímulo para eu continuar realizando pesquisa aplicável ao setor produtivo.

À Biorigin, por nos fornecer o suplemento testado e às funcionárias Rosangela Contieri e Ana Paula Curiacos pelas importantes discussões técnicas durante o desenvolvimento do projeto.

À Fri ribe rações, na presença física de Marcelo Carneiro, Flávio Daólio Gonçalves e Daniela Nomura por conhecer a importância da pesquisa para o desenvolvimento da piscicultura e disponibilizar a empresa para processar as rações experimentais.

À UNIFEV – Centro Educacional de Votuporanga, nas pessoas de Dra. Nilce Barril (coordenadora do curso de Biologia), Marisa e Mirian (técnicas do Laboratório de Análises Clínicas), Moisés Pastorelli Batista e Monique Campos Pereira (estagiários) pela saudável parceria e apoio irrestrito na execução dos experimentos e análises laboratoriais.

Aos pesquisadores do Instituto de Pesca – Centro Avançado de Pesquisas do Pescado Continental, Eduardo Makoto Onaka, Fernando Stopato da Fonseca, Margarete Mallasen, Helenice Pereira de Barros pela disposição em realizar todos os trabalhos necessários à execução dos experimentos.

Aos pesquisadores e amigos Sérgio H. C. Schalch e Eduardo G. Abimorad do Pólo Regional do Noroeste Paulista pela participação na execução dos experimentos e pela parceria em todos os trabalhos.

Aos demais funcionários do Pólo Regional do Noroeste Paulista, Nelson Bortoletto (ex-diretor), Giane Serafim da Silva (diretora), Valdecir (administração), Andréia e cada um dos colegas de trabalho, por apoiar o desenvolvimento deste e de todos os trabalhos de pesquisa.

Aos amigos e parceiros do CAUNESP, Thiago El Hadi Fabregat, Chica, Lía, Sr Orandir, Veralice, Prof. Dalton J. Carneiro, Silvinha, pessoas muito importantes na realização desta tese.

Aos demais amigos do CAUNESP: Cristiane, Dri, Fá Pilarski, Dani, Roberson, Fá Bozzo, Marco Belo, Michele, Lau, Elis, Paty, Léo, Roquinho, Jana, Fatima, Daniel e todos os outros pela companhia.

Laboratório de Análises Clínicas de Buritama pela confiança e disponibilidade.

Ao pesquisador Vander Bruno dos Santos – Pólo Regional da Alta Sorocabana pela imprescindível parceria como co-autor do estudo de modelo exponencial de crescimento das tilápias.

## Sumário

CONSIDERAÇÕES INICIAIS – Cenário.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
Tilápia.....	2
Sistema de Criação em Tanques-rede.....	3
Aspectos Econômicos de Mercado.....	5
Suplementação Alimentar.....	7
Levedura e seus Componentes.....	9
$\beta$ -glucano para Peixes.....	10
Mananoligossacarídeo – MOS.....	13
Referências Bibliográficas.....	14
CAPÍTULO I – Mortalidade de tilápia do Nilo em tanques-rede do reservatório de Nova Avanhandava, SP nos meses de verão.....	21
Resumo.....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	26
Conclusão.....	29
Referências Bibliográficas.....	30

CAPÍTULO II - Classificação por tamanho e redistribuição de tilápias do Nilo em tanques-rede.....	33
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	37
Conclusão.....	43
Referências Bibliográficas.....	44
CAPÍTULO III - Desempenho produtivo e homogeneidade do lote de tilápias do Nilo alimentadas com dieta suplementada com mananoligossacarídeo e $\beta$ -glucano.....	46
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	50
Resultados.....	53
Discussão.....	62
Conclusão.....	65
Referências Bibliográficas.....	65
CAPÍTULO IV - Morfometria de estruturas intestinais de tilápias do Nilo alimentadas com dieta suplementada com mananoligossacarídeo e $\beta$ -glucano.....	70
Resumo.....	71
Abstract.....	72
Introdução.....	73
Material e Métodos.....	73
Resultados e Discussão.....	77
Conclusão.....	81
Referências Bibliográficas.....	82

CAPÍTULO V - Aplicação do modelo de crescimento exponencial na avaliação da eficiência da suplementação alimentar em Tilápias do Nilo.....	86
Resumo.....	87
Abstract.....	88
Introdução.....	89
Material e Métodos.....	90
Resultados e Discussão.....	92
Conclusão.....	98
Referências Bibliográficas.....	98
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
ANEXO DE FOTOS.....	I

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

TABELA 1	Bactérias isoladas dos rins e cérebros de tilápias do Nilo oriundas de pisciculturas no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP...	27
TABELA 2	Antibiograma das cepas de <i>Aeromonas</i> e <i>Streptococcus</i> isoladas de juvenis de tilápia do Nilo de criação em tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP.....	29

### CAPÍTULO III

TABELA 1	Composição percentual básica das dietas experimentais.....	51
TABELA 2	Análise de variância do desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento após 13, 36 e 48 dias de alimentação em laboratório.....	54
TABELA 3	Comparação de médias do consumo de ração de tilápias do Nilo alimentadas com ração suplementada após 13, 36 e 48 dias em laboratório.....	54
TABELA 4	Comparação de médias do fator de condição de tilápias do Nilo alimentadas com ração suplementada após 13, 36 e 48 dias em laboratório.....	55
TABELA 5	Análise de variância do peso e parâmetros de homogeneidade do lote de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis do suplemento após 13, 36 e 48 dias em laboratório.....	56
TABELA 6	Análise de variância das classes de peso de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis do suplemento após 13, 36 e 48 dias em laboratório.....	57
TABELA 7	Análise de variância do ganho de peso (GP), da taxa de crescimento específico (TCE), coeficiente de variação (CV) desvio padrão (DP) do peso de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento, em dois tempos de avaliação em piscicultura.....	59
TABELA 8	Análise de variância das classes de peso de Tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento em dois tempos de avaliação.....	60

CAPÍTULO IV

TABELA 1	Composição percentual básica das dietas experimentais.....	74
TABELA 2	Análise de variância da morfologia intestinal de Tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento alimentar em dois tempos de avaliação nos experimentos I e II.....	77
TABELA 3	Comparação de médias da morfometria intestinal de tilápias do Nilo em dois tempos de avaliação nos experimentos I e II.....	81

CAPÍTULO V

TABELA 1	Composição percentual básica das dietas experimentais.....	91
TABELA 2	Pesos (g) médios, mínimos e máximos observados nos tanques, desvio padrão (S) dos pesos e fator de ponderação utilizado no ajuste do modelo exponencial.....	93
TABELA 3	Estimativas dos parâmetros do modelo exponencial, erro padrão e limites inferior e superior dos intervalos de confiança dos tratamentos.....	94
TABELA 4	Estimativas dos parâmetros do modelo exponencial, erro padrão e limites inferior e superior dos intervalos de confiança das repetições para os diferentes níveis de inclusão do suplemento alimentar.....	96

**LISTA DE FIGURAS**CAPÍTULO I

FIGURA 1	Variáveis hídricas: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), transparência (m) e condutividade elétrica (uS/cm) de pisciculturas de tanques-rede do reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP nas estações de verão, outono e inverno.....	26
----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO II

FIGURA 1	Análise de regressão do peso médio de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno durante a primeira classificação.....	38
FIGURA 2	Análise de regressão da biomassa média de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno durante a primeira classificação.....	38

FIGURA 3	A – Ganho de peso diário (g) e B – taxa de crescimento específico (TCE) de tilápias do Nilo durante a primeira fase de criação 37 e 58 dias após o povoamento.....	40
FIGURA 4	Análise de regressão do ganho de peso diário de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação...	40
FIGURA 5	Análise de regressão da taxa de crescimento específico (TCE) de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação.....	41
FIGURA 6	Análise de regressão da conversão alimentar aparente (CAA) de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação.....	42
FIGURA 7	Análise de regressão da taxa de sobrevivência de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação...	43

### CAPÍTULO III

FIGURA 1	Análise de regressão linear do nível de administração do suplemento com A - taxa de crescimento específico (TCE) e com B - ganho de peso (GP) de tilápias do Nilo alimentadas com o suplemento durante 13 dias.....	55
FIGURA 2	Comparação de médias do coeficiente de variação de tilápias do Nilo alimentadas com quatro diferentes níveis do suplemento em laboratório. Nota: Letras iguais não há diferença significativa (Tukey $p>0,05$ ).....	56
FIGURA 3	Comparação de médias da percentagem de tilápias do Nilo em três classes de peso (pequena, média e grande) alimentadas com diferentes níveis do suplemento após 13, 36 e 48 dias em laboratório. Nota: Letras iguais não há diferença significativa (Tukey $p>0,05$ ). Letras minúsculas comparam níveis do suplemento dentro de cada tempo e letras maiúsculas comparam tempos de avaliação.....	58
FIGURA 4	Comparação de médias do ganho de peso (GP) de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis suplemento alimentar, avaliadas aos 37 e 58 dias em piscicultura. As colunas representam a média de cada grupo e as barras verticais, o desvio padrão. Letras iguais: não há diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre as médias.....	59

- FIGURA 5 Comparação de médias do consumo de ração de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento alimentar aos 37 e 58 dias em piscicultura. As colunas representam a média de cada grupo e as barras verticais, o desvio padrão. Letras iguais: não há diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre as médias comparadas..... 60
- FIGURA 6 Experimento em piscicultura: A e B - Comparação de médias da percentagem de tilápias do Nilo grandes e médias alimentadas com diferentes níveis do suplemento em dois tempos de avaliação. C – Comparação de médias da percentagem de tilápias do Nilo pequenas alimentadas com diferentes níveis do suplemento alimentar durante o período experimental. As colunas representam a média de cada grupo e as barras verticais, o desvio padrão. Letras iguais: não há diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) entre as médias comparadas..... 61

#### CAPÍTULO IV

- FIGURA 1 Comparação de média da interação entre tempo de avaliação e dose de suplemento alimentar na profundidade de cripta do intestino de tilápias do Nilo criadas em tanques-rede. Cada coluna representa os valores médios de cada grupo e as barras expressam do desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (Tukey  $p<0,05$ )..... 78
- FIGURA 2 Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) em tilápias do Nilo das dietas teste contendo diferentes níveis de inclusão de suplemento alimentar. As colunas horizontais representam os valores médios de CDA do extrato etéreo (EE) e de CDA da proteína bruta (PB)..... 79

#### CAPÍTULO V

- FIGURA 1 Peso (g) em função do tempo do modelo exponencial de crescimento de tilápias para cada nível de inclusão do suplemento testado..... 94
- FIGURA 2 Peso (g) em função do tempo do modelo exponencial de crescimento de tilápias nas diferentes repetições (tanques) em cada nível de inclusão do suplemento testado: A – 0 mg do suplemento/kg de ração; B - 500 mg do suplemento/kg de ração; C - 1000 mg do suplemento/kg de ração e D - 2000 mg do suplemento/kg de ração..... 97

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS – Cenário

O Noroeste Paulista é denominado “Região dos Grandes Lagos”, por estar cercado pelos reservatórios de hidrelétricas localizados nos rios Grande, Tietê e Paraná. Pelas condições que favorecem a instalação de tanques-rede, o reservatório de Nova Avanhandava abriga considerável número de pisciculturas de tilápias neste sistema de criação.

A região é caracterizada por apresentar elevadas temperaturas do ambiente e da água durante os meses de verão, que aliadas à alta densidade de estocagem e ao manejo de rotina da piscicultura, representam uma somatória de agentes estressores aos peixes. Esta situação leva à debilidade do hospedeiro, com taxa de mortalidade elevada. No *primeiro capítulo* desta Tese esse quadro que preocupa os piscicultores nos meses de verão foi caracterizado com o diagnóstico de ocorrência de bacterioses por *Streptococcus* e *Aeromonas* em duas pisciculturas da região.

No sistema de criação em tanques-rede a tilápia passa por diversos manejos de rotina que representam pontos críticos no ciclo produtivo. O aumento na taxa de mortalidade após os manejos é evidente, como consequência do estresse crônico de confinamento somado aos estímulos estressantes intensos e agudos da classificação e repicagem à que os peixes são submetidos. Este manejo é realizado de duas a três vezes durante o ciclo de produção, sendo a primeira quando os peixes atingem em média 150 g de peso. O objetivo é manter a uniformidade do lote e aproveitar melhor a estrutura da piscicultura. O *capítulo 2* descreve essa classificação e repicagem de tilápias em tanques-rede, demonstrando a importância deste procedimento no sistema de criação, apesar do estresse ocasionado aos peixes.

Diante deste cenário a proposta deste estudo foi testar o uso de suplementação alimentar estratégica, que preceda o manejo de classificação inicial, com o objetivo de proteger a saúde do peixe, com melhora do desempenho produtivo e redução da mortalidade no período que se segue a esse manejo.

Com este propósito foram realizados estudos comparativos envolvendo grupos de peixes não suplementados (controle) e outros cuja ração foi suplementada com produto comercial nacional, subproduto de usina sucroalcooleira, que contém mananoligossacarídeos e  $\beta$ -glucanos. O primeiro é considerado prebiótico e o segundo imunostimulante.

Por tratar-se de suplementos capazes de incrementar o patamar homeostático quando o hospedeiro encontra-se em situação de estresse, foram realizados dois ensaios simultâneos, sendo um em condições de laboratório, com ambiente controlado e o outro instalado em piscicultura comercial, com as condições de campo reais. O propósito destes ensaios foi avaliar a possibilidade de execução de experimentos a campo e verificar se há correspondência entre os resultados obtidos nas duas condições. Ou, em síntese, conhecer até que ponto os resultados de laboratórios são aplicáveis ao setor produtivo.

Devido ao modo de ação dos produtos contidos no suplemento alimentar testado, em ambos os ensaios, foram realizadas avaliações da mucosa intestinal dos peixes (*capítulo 3*), determinação do desempenho produtivo e avaliação da uniformidade do lote (*capítulo 4*).

No *capítulo 5*, foi utilizado o modelo de crescimento exponencial para avaliar as respostas de crescimento dos peixes de acordo com cada nível do suplemento testado e como ferramenta para verificar a precisão do teste realizado a campo.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Tilápia**

A produção de tilápia registra expressivo crescimento, representando, depois do salmão e camarão, um dos produtos de maior sucesso da aquíicultura com potencial para se inserir no mercado internacional. Na América Latina e no Caribe, o gênero *Oreochromis* é o mais importante da aquíicultura (incluindo a tilápia do Nilo, *O. niloticus*), a tilápia Moçambica (*O. mossambicus*), a tilápia azul (*O. aureus*) e seus híbridos (ex.: a tilápia vermelha) (FAO, 2006).

Tilápias são rústicas, onívoras e alimentam-se de espécimes de baixo nível trófico. Isto faz com que cresçam com alimentação de baixo custo em sistemas extensivos e apresentem desenvolvimento satisfatório em pisciculturas com condições ambientais sub-ótimas. Em sistemas intensivos, a tilápia pode ser alimentada com dietas formuladas contendo alta porcentagem de proteína vegetal e óleos (Watanabe et al., 2002). Além disso, pode ser criada com outras espécies de água doce, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (Alcantara et al., 2003; Gomes et al., 2005).

As tilápias são criadas em sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos. O sistema intensivo mais comum consiste na aquicultura em tanques-rede, que, em muitos casos, complementa plantas de hidrelétricas (FAO, 2006).

### **Sistema de criação em tanques-rede**

O sistema de criação em tanques-rede atualmente corresponde a menos de 10% da produção aquícola total de tilápias na América Latina e Caribe, sendo esperado que esta proporção cresça 30% até 2010 (Fitzsimmons, 2000). De acordo com Watanabe et al. (2002), este sistema de criação de tilápia tem se expandido em alguns países, incluindo México, Brasil, Colômbia, Honduras, Nicarágua e Cuba.

As operações de criação em tanques-rede requerem baixo capital investido, oferece grande flexibilidade de manejo e tem baixo custo de produção quando comparada com viveiros e *raceways* (Halwart et al., 2007). Além disso, o ciclo reprodutivo da tilápia é interrompido nos tanques-rede, permitindo a mistura de sexo nas populações de criação sem problemas na maturidade sexual (Orachunwong et al., 2001; Gupta e Acosta, 2004). No entanto, esta não é uma prática adotada no Brasil.

A tilápia pode ser criada em tanques-rede em altas densidades, desde que se mantenha a circulação da água. A construção de tanques-rede varia amplamente, desde simples cercados de bambu até gaiolas complexas e projetos plásticos. Tanques de superfície flutuante (*jaulas*), tanques mantidos repousando no fundo (*corrales*) e “cercados” de madeira que cercam porções de uma lagoa também são usados para criação de tilápias. Os tanques-rede são fixados em estacas conduzidas ao fundo do reservatório. Tanques flutuantes podem utilizar tambores de metal ou plástico, amarrados em tubos de PVC. O tamanho dos tanques-rede varia de 1 m<sup>3</sup> a mais de 1000 m<sup>3</sup>. Anéis de alimentação são comumente usados em tamanho menor que o tanque para reter a ração flutuante e prevenir o desperdício (McGinty e Rakocy, 2003).

A produção em sistemas intensivos envolve maior aporte tecnológico, alta densidade de estocagem, elevada taxa de renovação e alimento desenvolvido especialmente para a espécie criada. Por outro lado, o desempenho produtivo também é maior (Halwart et al., 2007). A tecnologia empregada no sistema intensivo de criação em tanques-rede consiste no uso de pequenos tanques de rede inseridos em reservatórios de hidrelétricas e lagos. O nível de produção dependerá da qualidade da água (temperatura, área e profundidade do local, taxa de renovação de água, produção de alimento natural e outras.) (FAO, 2006).

O Brasil domina a criação de tilápias em tanques-rede, sendo que esta representa o maior fornecedor de peixes vendidos no mercado interno e externo do país. Cinco variedades de tilápia estão sendo criadas, com produção anual estimada em 80000 toneladas (Halwart et al., 2007). Os tanques menores têm maior produtividade devido à melhor renovação de água e por este motivo, são mais populares entre os piscicultores (FAO, 2006).

A expectativa para a produção de tilápia na América Latina e Caribe é de que alcance 500.000 toneladas em 2010, sendo 30% desta produção advindos da criação em tanques-rede (Fitzsimmons, 2000).

Somente o Brasil possui 6,5 milhões de hectares de reservatórios, lagos e represas com potencial de produzir 700.000 toneladas de tilápia anualmente. Com clima favorável, abundância e baixo custo da água, o Brasil representa uma das maiores indústrias de produção de tilápias da América Latina (Halwart et al., 2007).

Atualmente, a produção está concentrada no sul e sudeste do país (Paraná, São Paulo e Santa Catarina). Entretanto, desde 2000 há tendência de expandir a produção para os estados tropicais do nordeste, principalmente Bahia e Ceará. Com extensas áreas de reservatórios satisfatórias para a criação em tanques-rede e a proximidade dos mercados internacionais, o Ceará é um dos mais promissores Estados para produção de tilápias no Brasil (Halwart et al., 2007).

De acordo com Alceste e Jory (2002), o Brasil apresenta elevado nível de integração entre os setores privado e público, incluindo as operações de produção, institutos de pesquisa, fábricas de ração e serviços de assistência.

Com a criação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP) em 2003, o setor de aquicultura experimenta um período de maior organização e desenvolvimento. Assim, a legislação foi definida mais claramente e os projetos de investimento em tanques-rede cresceram (Halwart et al., 2007). No presente ano de 2008, o Governo Federal prevê a criação do Ministério da Pesca.

O Governo Federal tem feito investimentos estratégicos no setor de aquicultura, incluindo a construção de plantas de larvicultura, instalando unidades demonstrativas de aquicultura e ao mesmo tempo, promovendo crédito de financiamento especial para esta indústria. Programas Nacionais de suporte às cooperativas de aquicultores, serviços de extensão, pesquisa e mercado também estão sendo planejados (FAO 2005). O uso de reservatórios para aquicultura é um dos principais programas de desenvolvimento da SEAP. O Programa Nacional enfoca os seis grandes reservatórios, localizados em

diferentes regiões do país, e projeta um potencial de produção de 18 milhões de toneladas, se apenas 1% da água contida nestes reservatórios for utilizada para a aqüicultura. Desta forma, o governo está se empenhando na regularização de pisciculturas em tanques-rede em reservatórios e outras águas públicas que limitará a área de instalação dos tanques a 1% da área total do reservatório (Halwart et al., 2007).

A regularização da atividade aqüícola é realizada mediante licença ambiental e a apresentação de um estudo de impacto ambiental. No entanto, o sistema de licenciamento ambiental não está vinculado automaticamente à apresentação do estudo de impacto ambiental. O pedido de um estudo próprio como condição de licença é obrigatório, em nível constitucional, somente para atividades que podem danificar significativamente o ambiente (FAO, 2005).

De acordo com a FAO (2006), os principais problemas em pisciculturas de tanques-rede são devidos às bactérias, como *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnare*, *Streptococcus iniae*, e parasitos, como *Ichthyophthirus multifiliis*, *trichodina*, *Argulus* e *Lernaea* e fungos, como *Saprolegnia*.

### **Aspectos Econômicos de Mercado**

A América Latina produz relativamente pouco se comparada à produção da China e de outros países asiáticos (Fritzsimmmons, 2000). Equador, Honduras e Costa Rica são os principais exportadores de filés frescos de tilápia para os Estados Unidos e o Brasil, em 2006, representava o quarto do *ranking* (Capobianco Junior, 2006). Em 2005, os filés frescos representaram 35% do total do valor importado pelos EUA. O principal produto fornecido pela China, Taiwan e Indonésia é a tilápia congelada, tanto inteira quanto em filé (Halwart et al., 2007).

Em 2002, quando o Brasil iniciou as exportações, exportou 100 toneladas, o equivalente a US\$ 654 mil. Em 2003, foram 199 toneladas e US\$ 1,24 milhão, e, em 2004, 303 toneladas e US\$ 2 milhões. Com relação ao mercado interno, embora a demanda ainda seja pequena, o consumidor brasileiro está descobrindo a tilápia, cujo quilo do produto padrão exportação, sem espinhos, varia de R\$ 15 a R\$ 20 (Capobianco Junior, 2006).

A atividade da piscicultura passou a ser conduzida de modo profissional e seus canais de distribuição foram diversificados. Em 1996 a produção era vendida diretamente aos consumidores ou a pescadores espalhados pelo eixo Sul-Sudeste. Hoje em dia os consumidores de centros urbanos grandes e médios têm acesso aos peixes de criação.

Pacus, pintados e tilápias criados em cativeiro estão à venda nas peixarias dos principais supermercados (Firetti et al., 2007).

Outro ponto a ser considerado é que o consumo de tilápia nos Estados Unidos tem crescido significativamente nos últimos anos, estimulando o desenvolvimento das pisciculturas na América Latina. O crescimento do mercado dos EUA também é importante, particularmente, para melhorar os preços da tilápia fresca em relação à congelada da Ásia (Watanabe et al., 2002). No período de 2000 a 2005, a importação de tilápia pelos EUA cresceu aproximadamente 25% ao ano, chegando ao recorde de 135.000 toneladas em 2005. Neste mesmo ano, o Brasil triplicou suas exportações de filés de tilápia fresco (Halwart et al., 2007). Por conseqüência, este crescimento das exportações tem incentivado a instalação de unidades de processamento do peixe no País e, conseqüentemente, a multiplicação de criatórios e dos segmentos de insumos para atender a essa demanda (Capobianco Junior, 2006; Firetti et al., 2007).

A piscicultura brasileira já contribui com os saldos positivos da balança comercial do agronegócio brasileiro. De janeiro a dezembro de 2006 foram exportadas 165 toneladas de tilápia para a Europa e os Estados Unidos. Peixes inteiros congelados, filés congelados e filés frescos obtiveram o valor de R\$ 1,15 milhões na exportação. Espécies nativas, ainda que de forma discreta, foram exportadas para diversos países europeus (Firetti et al., 2007).

Por outro lado, a alta dependência do mercado americano faz com que os produtores tornem-se vulneráveis às restrições de mercado. Padrões internacionais de segurança alimentar, qualidade e ambiente começam ganhar mais importância. Desta forma, simultaneamente ao mercado externo, está havendo crescimento, mas em menor escala, dos mercados internos em alguns países produtores da América Central e do Sul, especialmente Brasil, México, Colômbia e Cuba. O mercado de tilápia nestes países é, em geral, pobremente desenvolvido e existe a necessidade de fortes programas de publicidade para sustentar o crescimento da indústria. Pouco se tem feito para desenvolver o potencial do mercado interno da tilápia nestes países, o que teria particular importância para produtores de pequena escala que têm grande dificuldade de alcançar a quantidade de pescado e o tamanho do peixe necessário ao mercado de exportação (Halwart et al., 2007).

De acordo com Firetti et al. (2007), durante as últimas décadas, a piscicultura brasileira sofreu constantes transformações, tendo-se consolidado como importante atividade no agronegócio brasileiro, substituindo em parte o peixe proveniente da pesca extrativa. Diferentemente de outras épocas o acesso ao pescado de criação está mais fácil

para o consumidor, sobretudo em razão de grandes projetos de produção e abate, e contratos de fornecimento com redes de hipermercados.

Em 1996 a produção de peixes em cativeiro era de 75 mil toneladas por ano. Atualmente, segundo o Departamento de Desenvolvimento da Aqüicultura da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República, a produção nacional é de 210 mil t/ano (Firetti et al., 2007).

### **Suplementação Alimentar**

O persistente objetivo da aqüicultura é maximizar a eficiência produtiva e melhorar a rentabilidade. A intensificação da produção é a maneira de aumentar a eficiência produtiva, mas acarreta maior susceptibilidade às doenças devido à deterioração da qualidade da água e aumento das condições de estresse (Gatlin III et al., 2006).

As infecções bacterianas afetam organismos com sistema imune comprometido por situações estressantes e é comum a antibioticoterapia. Entretanto, como estratégia tradicional de tratamento de infecções, os antibióticos são alvo de críticas pois o uso inadequado tem elevado potencial para desenvolver bactérias resistentes e para destruir a microbiota ambiental, além do custo alto e efeito marginal. Alguns antibióticos também têm efeito imunossupressor, tornando o peixe mais susceptível à infecção viral e às infestações parasitárias (Gatlin III et al., 2006).

O fato que tem aumentado ainda mais a preocupação com o uso de antibióticos é a proibição da administração em doses sub-terapêuticas na Europa e a restrição no processo de regularização da aplicação destes produtos nos EUA e outros países. Devido impacto dessas exigências políticas na aqüicultura, surge o interesse em desenvolver estratégias alternativas para controlar as doenças (Gatlin III et al., 2006), dentre elas a suplementação alimentar estratégica. No Brasil, atualmente, o único antibiótico registrado para uso na aqüicultura é o florfenicol (Alfapress Comunicações, 2008).

A FAO define como suplemento alimentar substâncias como vitaminas, minerais ou outras com efeito nutricional ou fisiológico, isolado ou em combinação, que são acrescentados à dieta normal. Levando esta definição à piscicultura, temos o suplemento alimentar como um produto adicionado à ração, em pequenas quantidades e fornecido durante períodos estratégicos durante o ciclo de produção.

Na aqüicultura os suplementos alimentares mais estudados compreendem os grupos das vitaminas e minerais, imunostimulantes, prebióticos e probióticos. O primeiro - as vitaminas e minerais - é o grupo dos imunonutrientes, por serem necessários em

concentrações adequadas, como qualquer outro nutriente, para o bom funcionamento do sistema imune, pois estão envolvidos em diversas funções fisiológicas e imunitárias do organismo. Os imunonutrientes conferem benefícios ao animal por servir como substrato ou fonte de energia para o sistema imune (Gatlin III et al., 2006).

Por definição, imunostimulante é uma substância química, uma droga com ação capaz de melhorar a resposta imune inata ou não específica por interagir diretamente com as células do sistema. Na prática, consistem em promissores suplementos alimentares com potencial de auxiliar no controle de doenças e aumentar a resistência do hospedeiro, por modular os mecanismos de defesa contra patógenos oportunistas (Galindo-Villega e Hosokawa, 2004).

Com relação aos pré e probióticos, pode-se dizer que ambos os produtos possuem a mesma função que é reduzir a carga de bactérias indesejáveis do trato intestinal dos peixes, favorecendo, a saúde do animal e, melhorando absorção dos nutrientes da dieta. Os prebióticos são compostos não digeríveis por enzimas, sais e ácidos produzidos pelo organismo animal, mas seletivamente fermentados pelos microrganismos do trato gastrointestinal (TGI). Podem estar presentes nos ingredientes da dieta ou serem adicionados a ela, através de fontes exógenas concentradas (Silva e Nörnberg, 2003). Já os probióticos são preparações ou produtos que contêm microrganismos viáveis definidos e em quantidade adequada que alteram, por colonização, a microbiota própria do intestino do hospedeiro, produzindo efeitos benéficos à saúde (Schrezenmeir e De Vrese, 2001).

Uma questão importante no desenvolvimento de protocolos de utilização de suplementos alimentares é a precisão com que estes produtos devem ser administrados. Apesar de não apresentarem maiores problemas de impacto ambiental e registro de uso, estes produtos só demonstram resultados positivos quando administrados na concentração exata que o organismo necessita e ainda, durante um período correto, que geralmente é bastante curto (Jeney et al., 1997). O limiar entre o suplemento expressar seus benefícios e tornar-se prejudicial é estreito, daí a dificuldade de se estabelecer os protocolos de utilização (Volpatti et al., 1998). Além disso, a “exigência” do suplemento varia com inúmeros fatores, como idade do peixe, sistema de criação, composição da dieta e, principalmente com a condição de estresse (desafio) a que estão submetidos.

### **Levedura e seus componentes**

Quase 75% do peso seco da parede celular das leveduras são compostos por polissacarídeos. A estrutura da parede celular da levedura é construída por um complexo

de (1→3)- $\beta$ -D-glucano, (1→6)- $\beta$ -D-glucano e quitina, enquanto os componentes amorfos da matriz, como a camada fibrilar, localizada na parede da superfície da célula consiste de mananoproteína. Enquanto os  $\beta$ -D-glucanos e quitina são responsáveis pela rigidez da parede celular e definem sua morfologia e forma, mananoproteínas e sua porção de carboidrato,  $\alpha$ -D-manano, são responsáveis pelo reconhecimento e interações célula-célula, interações com o ambiente e determinam a especificidade imunológica da levedura (Ruiz-Herrera, 1992). Interessantemente, ambos os tipos dos principais constituintes polissacarídeos da parede celular das leveduras –  $\beta$ -D-glucanos and  $\alpha$ -D-mananos – têm sido recentemente reconhecidos por serem capazes de pronunciar modulação do sistema imune de diversos organismos vivos, de insetos a humanos, por interações específicas com diferentes células imunocompetentes (Medzhitov e Janeway, 2000).

O contínuo debate sobre o uso de antibióticos promotores de crescimento intensifica a busca por alternativas, especialmente de material bio-ativo natural capaz de manter a saúde animal e melhor o desempenho produtivo.

Nos últimos anos, maior atenção foi dada aos vários tipos de polissacarídeos imunomoduladores isolados da parede celular de fungos e leveduras. A ampla variedade de polissacarídeos de cogumelos, incluindo escleroglucano, lentinano, grifolano, e outros, foram descritos como modificadores de respostas biológicas (Borchers et al., 1999; Brown e Gordon, 2003), agindo através de mecanismos mediados pelo sistema imune, incluindo estimulação das funções não específicas (Bohn e Miller, 1995; Stone e Clarke, 1992). Neste contexto, a parede celular da levedura do fermento de pão foi o primeiro produto de levedura definido como farmacêutico com atividade imunoestimulatória (Fitzpatrick et al., 1964; Pillemer e Ecker, 1941). Seu componente ativo foi identificado como  $\beta$ -glucano (Manners et al., 1973, Riggi e Luzio, 1961). Mais tarde, verificou-se, em estudos *in vitro* e em mamíferos que este polissacarídeo insolúvel em água possui capacidade de melhorar a atividade fagocítica (Ferencik et al., 1986), atividade citotóxica nos macrófagos e outras atividades biológicas (Bohn e Miller, 1995; Sandula et al., 1995; Tsiapali et al., 2001).

*In vitro*, estes efeitos são manifestados por interações com receptores solúveis ou celulares do sistema imune inato (Janeway e Medzhitov, 2002).

### **$\beta$ -glucano para Peixes**

Selvaraj et al. (2005) relataram que a administração intraperitoneal de diferentes níveis de glucano aumentou a taxa de sobrevivência de carpas *Cyprinus carpio* infectadas por *Aeromonas hydrophila*. Quando a concentração administrada foi acima de 500  $\mu$ g por

peixe, a sobrevivência, em relação ao controle, foi de 100%. A contagem total de leucócitos e neutrófilos e a população de monócitos aumentou após a administração do glucano, além do aumento na produção do radical livre ânion superóxido dos macrófagos. O maior efeito ocorreu 6 dias após a injeção. Com relação ao quadro hematológico, vale à pena ressaltar que esta resposta pode ter sido consequência de resposta inflamatória à injeção. Em estudo posterior, os mesmos autores avaliaram a administração de glucano associado à LPS de *Aeromonas hydrophila* em carpas. Foram testadas variadas concentrações da mistura durante um, sete e 14 dias em diferentes rotas de administração (intraperitoneal, banho e oral). A administração oral de 1% de glucano + 0,25% de LPS resultou em alta taxa de sobrevivência (71,4%) após desafio com *Aeromonas hydrophila*. Entretanto, o grupo que recebeu injeção intraperitoneal com 100 mg de glucano + 10 mg de LPS apresentou 100% de sobrevivência (Selvaraj et al., 2006).

Guselle et al. (2007) propõem a administração do glucano via oral, pois este seria um método disponível para grande número de peixes, enquanto a aplicação intraperitoneal em grandes larviculturas ou em criação em tanques-rede, por exemplo, não seria viável devido ao elevado número de peixes, alto custo, estresse ocasionado ao peixe e possibilidade de abrir portas de entrada aos parasitos pela manipulação dos animais. Neste sentido diversos autores testaram a administração oral do produto em diferentes espécies de peixes (Palic et al., 2006; Cain et al., 2003; Jeney e Jeney, 2002; Volpatti et al., 1998) e obtiveram resultados promissores.

Palic et al. (2006) avaliaram a resposta de *Pimephales promelas* alimentados com 1% de glucano na dieta de peixes não estressados (NE), sob estresse agudo (EA) e sob estresse crônico (EC), verificaram que a administração do suplemento melhorou as funções dos neutrófilos nos grupos NE e EC e preveniu a redução na desgranulação de neutrófilos nos grupos estressados (EA e EC).

Em tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, Cain et al. (2003) relataram que a administração de glucano na dieta por seis semanas elevou a percentagem de monócitos circulantes (de 3,9 para 5,5%), enquanto, na terceira semana de administração do suplemento verificaram redução na concentração de cortisol, o que indica, segundo os autores, que a suplementação com este produto na dieta pode servir como um redutor de estresse.

Jeney e Jeney (2002) alimentaram esturjões híbridos *Acipenser ruthenus* x *A. baerii*, com dois níveis de glucano (0,1 e 0,5%) durante oito semanas. O glucano melhorou a atividade dos leucócitos duas semanas após a alimentação com 0,5% do produto/kg de

ração além de aumentar a fagocitose. No entanto, na semana seguinte, essas diferenças foram reduzidas. Em estudo prévio, estes autores administraram 0,1, 0,5 e 1% de glucano na dieta de truta arco-íris, *Oncorhynchus mykiss*, e verificaram que o grupo que recebeu o menor nível do produto apresentou 100% de sobrevivência frente à infecção com *Flavobacterium columnare*. Entretanto, a maior concentração, 1% de glucano adicionado à ração, causou hiperglicemia, redução na proteína plasmática total e na produção de radical oxidativo intracelular das trutas, sugerindo que este nível de inclusão é maior do que a exigência para espécie (Jeney et al., 1997).

Ainda com a truta arco-íris, Volpatti et al. (1998) estudaram os efeitos da alimentação com 0, 0,1, 0,5 e 1% de glucano na dieta pelo período de quatro semanas nas respostas ao estresse de transporte. Os resultados demonstraram que a alimentação com baixas concentrações de glucano durante as quatro semanas antes do transporte pode ajudar a prevenir os efeitos negativos do estresse, avaliado pela capacidade dos peixes recuperarem o quadro hematológico observado antes do estresse. Entretanto, os autores advertem que a alimentação com alta dose do produto inibe as respostas do sistema imune dos peixes, além de provocar leve degeneração da mucosa do estômago e intestino. Verificou-se a presença de pequenas áreas de calcificação na parte superior das células epiteliais destes órgãos em alguns indivíduos.

Alevinos de *Labeo rohita* foram alimentados com 0, 100, 250 e 500 mg de glucano/kg de ração durante 56 dias. No grupo que recebeu 250 mg de glucano/kg de ração por 42 dias, verificou-se os maiores valores no número de leucócitos, na taxa e índice fagocíticos, na atividade da lisozima, na atividade do complemento, e na atividade bactericida do soro. Os peixes que receberam 250 e 500 mg de glucano/kg de ração apresentaram maior proteção no estudo de desafio, com sobrevivência de 80 e 70%, respectivamente, e maiores valores de taxa de crescimento específico e fator de condição (Misra et al., 2006).

Kumari e Sahoo (2006) investigaram o efeito do glucano administrado via oral por períodos curto e longo em bagre asiático *Clarias batrachus* e verificaram que a administração de 0,1% durante uma semana aumentou significativamente a produção de mieloperoxidase sérica, a produção de superóxido, os níveis de lisozima e a proteção nos peixes desafiados por *Aeromonas hydrophila*.

Suplementação alimentar com componentes de parede celular de levedura, glucano, mananoglicosacarídeo e levedura íntegra *Saccharomyces cerevisiae* foi avaliada na dieta de bagre do canal *Ictalurus punctatus*. Os autores concluíram que estes produtos não

melhoram a resistência da espécie à infecção por *Edwardsiella ictaluri*, pois não se verificou alteração na hematologia, desempenho produtivo em nas funções imunes, bem como na taxa de mortalidade frente ao desafio com a bactéria (Welker et al., 2007).

Estudos *in vitro* também foram realizados com o glucano. Jaehrig et al. (2008) estudaram *in vitro* a atividade antioxidante do glucano da parede celular de leveduras desenvolvidas em diferentes meios e verificaram que houve diferença significativa neste parâmetro, dependendo do meio de crescimento utilizado. Entretanto, os autores ressaltam que o glucano apresenta baixa atividade antioxidante quando comparado aos outros componentes da parede celular da levedura, como as proteínas, por exemplo. Segundo Demasi et al. (2001), a *Sacharomyces cerevisiae* não contém antioxidantes somente na parede celular, seu citoplasma possui diversos antioxidantes exógenos.

No entanto, os estudos realizados *in vitro* nem sempre demonstram o efeito do produto *in vivo*. Por não se conhecer a farmacocinética do glucano em peixes, como o produto reage à digestão, de que forma ele é absorvido, em que concentrações e com que estrutura chegaria à corrente sanguínea, dentre outras, deve-se atentar em não atribuir *in vivo* respostas encontradas *in vitro*. Bridle et al. (2005) testaram o potencial imunestimulante de três fontes comerciais de  $\beta$ -glucanos comerciais. Os estudos *in vitro* demonstraram que os três glucanos testados tiveram capacidade de estimular a atividade respiratória de macrófagos de rim de salmão do Atlântico, embora em diferentes tempos (3 e 7 dias de alimentação) e concentrações de inclusão (14,3; 8,0 e 0,84%). No entanto, a incorporação do produto na dieta dos peixes não foi capaz de estimular *in vivo* a atividade respiratória de macrófagos do rim ou a produção de lisozima sérica e não aumentou a resistência à doença amoebica das brânquias, quando os animais foram submetidos ao desafio.

### **Mananoligossacarídeo – MOS**

O outro componente da parede celular da levedura,  $\alpha$ -D-manana, também demonstrou atividade antioxidante e antimutagênica (Križková et al., 2001).

Lectinas específicas de manose predominam em muitas bactérias patogênicas intestinais e, por ligações na superfície do epitélio do intestino, conferem aderência e subsequente colonização e infecção (Baumler et al., 1997). As  $\alpha$ -D-mananas se ligam aos receptores tipo lecitinas específicos de manose das bactérias enteropatogênicas como *E.coli* e *Salmonella* spp. e, neste caso, servem como atrativos e previnem a adesão às

glicoproteínas da superfície do vilo e subsequente colonização e disseminação dos patógenos bacterianos (Firon et al., 1983).

Autores têm sugerido que a suplementação com oligossacarídeos podem ter efeito prebiótico por aumentar a produção de ácido láctico, induzindo, então a proliferação de bactérias benéficas e melhorando o sistema imune (Savage et al., 1996).

Os oligossacarídeos são nomeados pelo açúcar predominante, e os suplementos mais comuns são os frutoligossacarídeos (FOS) e mananoligossacarídeos (MOS). Frutose e manana são açúcares reconhecidos pelos patógenos, mas são indisponíveis para uso quando estão ligados à forma de oligossacarídeo. Os patógenos são atraídos a se ligarem ao oligossacarídeo e então, tornam-se incapazes de aderirem à mucosa intestinal (McCann et al., 2006).

Estudos sobre o uso de mananoligossacarídeo na dieta de peixes e animais aquáticos são escassos. Pryor et al. (2003) demonstraram que a inclusão de 3 g de MOS/kg de ração melhorou o fator de condição, a taxa de crescimento específico e a taxa de conversão alimentar de esturjão do Golfo, *Ancipenser oxyrinchus*. Em ensaio com carpas juvenis, Culjak et al. (2004) descrevem que a adição de 0,6% de mananoligossacarídeo na dieta durante 46 dias resultou em aumento no crescimento dos peixes, melhora na absorção de proteína e na sobrevivência, quando comparadas ao grupo controle, que não recebeu a suplementação.

Salze et al. (2008) observaram que larvas de bijupirá *Rachycentron canadum* alimentadas com dietas suplementadas com 0,2% de MOS apresentaram vilos intestinais mais altos (2,04  $\mu\text{m}$ ) do que as que não receberam ração suplementada (1,18  $\mu\text{m}$ ).

Staykov et al. (2007) realizaram dois ensaios de suplementação alimentar com MOS para truta arco-íris, sendo um em sistema de tanques-rede e outro em *race-way*. Em ambos os ensaios, houve melhora no ganho de peso, redução na taxa de conversão alimentar e na taxa de mortalidade de peixes alimentados com 2000 ppm de MOS na ração.

Estudo com sea bass *Dicentrarchus labrax* demonstrou que a adição de 200 e 400 mg de MOS/kg de ração elevou o ganho de peso dos peixes (Torrecillas et al., 2007).

Genc et al. (2007) estudaram o efeito do MOS na dieta de pós-larva de camarão *Penaeus semisulcatus* durante 48 dias. Ao final do ensaio, o grupo alimentado com 3 g de MOS/kg de ração apresentou melhora no desempenho produtivo e conversão alimentar, com maior peso vivo final e taxa de sobrevivência (64%). No entanto, o teor de proteína no corpo dos camarões foi reduzido com o aumento no nível de inclusão de MOS na dieta.

De forma geral, nos ensaios de uso de mananoligossacarídeos para animais aquáticos, os autores avaliaram respostas de desempenho produtivo e taxa de sobrevivência. No entanto, estudos com outras espécies animais, fazem referência a avaliações de quadro sangüíneo e vilosidades intestinais, dentre outros (Chiquieri et al., 2007; Parks et al., 2005; Medeiros et al., 2006; Santos et al., 2005; Zduczyk et al., 2005; Çetim et al., 2004; Sanches et al., 2006; Burkey et al., 2004, Sandi et al., 2001 e Swanson et al., 2002; Oliveira et al., 2007).

### Referências Bibliográficas

ALCANTARA, F.B.; TELLO, S.M.; CHAVEZ, C.V.; RODRIGUEZ, L.C.; KOHLER, C.C.; CAMARGO, W.N.; COLACE, M. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and paco (*Piaractus brachypomus*) cultured in floating cages in the Peruvian Amazon. **World Aquaculture**, v.34, p.156-161, 2003.

ALCESTE, C.C; JORY, D.E. **World tilapia farming**, Aquaculture Mag. Disponível em [www.aquaculturemag.com](http://www.aquaculturemag.com). 2002.

ALFAPRESS COMUNICAÇÕES. Disponível em <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=24847>. 2008

BAUMLER, A.J.; TSOLIS, R.M.; HEFFRON, F. Fimbrial adhesions of *Salmonella typhimurium*. Role in bacterial interactions with epithelial cells. **Advances in Experimental Medicine and Biology**. v.412, p.149–158, 1997.

BOHN, J.A.; BE MILLER, J.N.  $\beta$ -(1,3)-Glucan as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships. **Carbohydrate Polymers**. v.28, p.3-14, 1995.

BORCHERS, A.T.; STERN, J.S.; HACKMAN, R.M.; KEEN, C.M.; GERSHWIN, M.E. Mushrooms, tumors, and immunity. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. v.221, p.281-293, 1999.

BRIDLE, A.R.; CARTER, C.G.; MORRISON, R.N.; NOWAK, B.F. The effect of  $\beta$ -glucan administration on macrophage respiratory burst activity on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., challenged with amoebic gill disease – evidence of inherent resistance. **Journal of Fish Diseases**. v.28, p.347–356, 2005.

BROWN, G.D.; GORDON, S. Fungal beta-glucans and mammalian immunity. **Immunity**. v.19, p.311-315, 2003.

BURKEY, T.E.; DRITZ, S.S.; NIETFELD, J.C.; JOHNSON, B.J.; MINTON, J.E. Effect of dietary mannanoligosaccharide and sodium chlorate on the growth performance, acute-

- phase response, and bacterial shedding of weaned pigs challenged with *Salmonella enterica* serotype Typhimurium 1. **Journal of Animal Science**. v.82, p.397–404, 2004.
- CAIN, K.D.; GRABOWSKI, L.; REILLY, J.; LYTWYN, M. Immunomodulatory effects of a bacterial-derived *b*-1,3 glucan administered to tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in a Spirulina-based diet. **Aquaculture Research**, v.34, p.1241-1244, 2003.
- CAPOBIANCO JUNIOR, T.L. Tilápia: exportação estimula criação – venda de peixe embalado e congelado para os EUA, o principal mercado, é crescente. **O Estado de São Paulo** – Suplemento Agrícola – em 19/04/2006.
- ÇETIM, N.; GÜÇLÜ, B. K.; ÇETIM, E. C. The effects of probiotic and mannanoligosaccharide on some haematological and immunological parameters in Turkeys. **Journal of Veterinary Medical Association**. v.52, p.263–267, 2005.
- CHIQUIERI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L.; CARVALHO, E.C.Q.; COSTA, A.P.D. Bioquímica sangüínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.2, p. 97-104, 2007.
- ČULJAK, V.; BOGUT, I.; HAS-SCHÖN, E.; MILAKOVIĆ, Z.; CANECKI, K. Influence of mannanoligosaccharides supplementation on juvenile carp (*Cyprinus carpio*) in cage farming. **Krmiva**. v.46, n.1, p.25-29, 2004.
- DEMASI, A.P.; PCRCIRA, G.A.; NETTO, L.E. Cytosolic thioredoxin peroxidase I is essential for the antioxidant defence of yeast with dysfunctional mitochondria. **Federation of European Biochemical Societies Letters**. v.509, p.430–434, 2001.
- FAO. **Fishstat Plus database: aquaculture production**: quantities 1984-2004. Version 2.31. Rome. 2005.
- FAO. **Tilapia Mared Report**. February 2006., Rome, 2006.
- FERENCIK, M.; KOTULOVA, D.; MASLER, L.; BERGENDI, L.; SANDULA, J.; STEFANOVIĆ, J. Immunomodulatory activity of glucans on professional phagocytes. **Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology**. v.8, p.163-166, 1986.
- FIRETTI, R.; GARCIA, R.M.; SALES, D.S. Planejamento estratégico e verificação de riscos na piscicultura. Disponível em [http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_4/Planejamento/Index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Planejamento/Index.htm)
- FIRON, N.; OFEK, I.; SHARON, N. Carbohydrate specificity of the surface lectins of *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Salmonella typhimurium*. **Carbohydrate Research**. v.120, p.235–249, 1983.

- FITZPATRICK, F.W.; DI CARLO, J.F. Zymosan. **Annals of the New York Academy of Science**. v.118, p.233-262, 1964.
- FITZSIMMONS, K. Future trends of tilapia aquaculture in the Américas. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rackocy, (eds). **Tilapia Aquaculture in the Americas**, Baton Rouge, LA, USA, The World Aquaculture Society. 2000. v.2, p.252-264.
- GALINDO-VILLEGA, J.; HOSOKAWA, H. 2004. Immunostimulants: Towards temporary prevention of disease in marine fish. In: Cruz Suárez, L.E.; Ricque Merie, D.; Nieto López, M.G.; Villareal, D.; Scholz, U. e Gonzáles, M. 2004. Avances en Nutrición Acuícola VII. **Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola**. 16 a 19 de Noviembre de 2004. Hermosillo, Sonora, México.
- GATLIN III, D.M.; LI, P.; WANG, X.; BURR, G.S.; CASTILLE, F.; LAWRENCE, A.L. Potential application of prebiotics in aquaculture. En: Avances en Nutrición Acuícola VIII. **VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola**. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. p.371-376, 2006.
- GENC, M.A., AKTAS, M.; GENC, E.; YILMAZ, E. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). **Aquaculture Nutrition**. v.13, p.156–161, 2007.
- GOMES, L.C.; CHAGAS, E.C.; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E.A.; LOURENÇO, J.N.P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.40, n.3, p.299–303, 2005.
- GUPTA, M.V.; ACOSTA, B.O. **A review of global tilapia farming practices**. Aquaculture of Asia, v.10, n.1, p.7-12, 2004.
- GUSELLE, N.J.; MARKHAM, R.J.F.; SPEARE, D.J. Timing of intraperitoneal administration of b-1,3/1,6 glucan to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), affects protection against the microsporidian *Loma salmonae* - Short communication. **Journal of Fish Diseases**. v.30, p.111–116, 2007.
- HALWART, M.; SOTO, D.; ARTHUR, J.R. (Eds.). Cage Aquaculture – Regional reviews and global overview – **FAO Fisheries Technical Paper** n.498, FAO, Roma, 2007. 241pp.
- JAEHRIG, S.C.; ROHN, S.; KROH, L.W.; WILDENAUER, F.X.; LISDAT, F.; FLEISCHER, L.G.; KURZ, T. Antioxidative activity of (1-3), (1-6)-b-D-glucan from *Saccharomyces cerevisiae* grown on different media. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, p.868–877, 2008.
- JANEWAY, C.A.; MEDZHITOV, R. Innate immune recognition. **Annual Review of Immunology**. v.20, p.197-216, 2002.

- JENEY, G.; GALEOTTI, M.; VOLPATTI, D.; JENEY, Z.; ANDERSON, D.P. Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. **Aquaculture**. v.154, p.1-15, 1997.
- JENEY, G.; JENEY, Z. Application of immunostimulants for modulation of the non-specific defense mechanisms in sturgeon hybrid: *Acipenser ruthenus* x *A. baerii*. **Journal of Applied Ichthyology**, v.18, p.416–419, 2002.
- KRIŽKOVÁ, L.; ĎURAČKOVÁ, Z.; ŠANDULA, J.; SASINKOVÁ, V.; KRAJČOVIČ, J. Antioxidative and antimutagenic activity of yeast cell wall mannans in vitro. **Mutation Research**. v.497, p.213–222, 2001.
- KUMARI, J.; SAHOO, P.K. Dietary  $\beta$ -1,3 glucan potentiates innate immunity and disease resistance of Asian catfish, *Clarias batrachus* (L.). **Journal of Fish Diseases**. v.29, p.95–101, 2006.
- MANNERS, D.J.; MASSON, A.J.; PATTERSON, A.J. The structure of a  $\beta$  - (1,3)-D-glucan from yeast cell walls. **Biochemistry**. v.135, p.19-30, 1973.
- MCCANN, M.E.E.; NEWELL, E.; PRESTON, C.; FORBES, K. The use of mannan-oligosaccharides and/or tannin in broiler diets. **International Journal of Poultry Science**. v.5, n.9, p.873-879, 2006.
- MCGINTY, A.S.; RAKOCY, J. **Cage culture of tilapia**, PP.27-34. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publ. n.281. 2003.
- MEDEIROS, L.B.; CARRIJO, A.S.; NEGRINI, J.M.; ONSELEN, V.J.V. Utilização de prebiótico na alimentação de filhotes de papagaio verdadeiro (*Amazona aestiva*) em processo de reabilitação. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.3, p.62-68, 2006.
- MEDZHITOV, R.; JANEWAY JR.; C. Innate immunity. **The New England Journal of Medicine**. v.343, p.338–344, 2000.
- MISRA, C.K.; KUMAR, B.D.; MUKHERJEE, S.C.; PATTNAIK, P. Effect of long term administration of dietary  $\beta$ -glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita* fingerlings. **Aquaculture**. v.255, p.82–94, 2006.
- OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L.C.; GRAVENA, R.A.; RIZZO, P.V.R.; MORAES, V.M.B. Utilização de nutrientes de dietas contendo manan oligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.825-831, 2007.
- ORACHUNWONG, C.; THAMMASART, S.; LOHAWATANAKUL, C. Recent developments in tilapia feeds. In S. Subasinghe & Singh, (eds). **Tilapia: production, marketing and technological developments** – Proceedings of the Tilapia 2001

International Technical and Trade Conference on Tilapia, Kuala Lumpur, Malaysia. 28-30 May 2001, pp.113-122, 2001.

PALIC, D.; ANDREASEN, C.B.; HEROLT, D.M.; MENZEL, B.W.; ROTH, J.A. Immunomodulatory effects of  $\beta$ -glucan on neutrophil function in fathead minnows (*Pimephales promelas* Rafinesque, 1820). **Developmental and Comparative Immunology**. v.30, p.817–830, 2006.

PARKS, W.C.; GRIMES, J.L.; FERKET, P.R. Effects of virginiamycin and a mannanoligosaccharide-virginiamycin shuttle program on the growth and performance of large white female turkeys. **Poultry Science**.v.84, p.1967–1973, 2005.

PILLEMER, L.; ECKER, E.E. Anticomplementary factor in fresh yeast. **Journal of Biological Chemistry**. v.137, p.139-142, 1941.

PRYOR, G.S.; ROYES, J.B.; CHAPMAN, F.A.; MILES, R.D. Mannanoligosaccharides in fish nutrition: effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in Gulf of Mexico sturgeon. **North American Journal of Aquaculture**. v.65, p.106–111, 2003.

RIGGI, S.J.; DI LUZIO, N.R. Identification of a reticuloendothelial stimulating agent in zymosan. **American Journal of Physiology**. v.200, p.297-300, 1961.

RUIZ-HERRERA, J. Fungal Cell Wall: Structure, Synthesis, and Assembly. CRC Press, Boca Raton, FL. Medzhitov, R., Janeway Jr., C., 2000. Innate immunity. **The New England Journal of Medicine**. v.343, p.338–344, 1992.

SALZE, G.; McLEAN, E.; SCHWARZ, M.H.; CRAIG, S.R. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. **Aquaculture**. v.274, p.148-152, 2008.

SANCHES, A.L.; LIMA, J.A.F.; TADEU FILHO, E.; MURGAS, L.D.S.; ALMEIDA, E.C.; VIEIRA NETO, J.; FREITAS, R.T.F. Utilização de probiótico , prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame. **Ciência agrotecnica**, v.30, n.4, p.774-777, 2006.

SANDI, D.; MÜHLBACH, P.R.F. Desempenho de bezerros da raça Holandesa com desaleitamento aos 28 ou 56 dias de idade, com ou sem aditivo à base de oligossacarídeo de manana. **Ciência Rural**. v.31, n.3, p.487-490, 2001.

SANDULA, J.; MACHOVA, E.; HRIBALOVA, V. Immunomodulatory activity of particulate yeast  $\beta$ -1,3-D-glucan and its water-soluble derivatives. **International Journal of Biology Macromolecules**. v.17, p.323-326, 1995.

SANTOS, E.C.; TEIXEIRA, A.S.; FREITAS, R.T.F.; RODRIGUES, P.B.; DIAS, E.S.; MURGAS, L.D.S. Uso de aditivos promotores de crescimento sobre o desempenho, características de carcaça e bactérias totais do intestino de frangos de corte. **Ciência agrotecnica**. v.29, n.1, p.223-231, 2005.

SAVAGE, T.F.; COTTER, P.F.; ZAKRZEWSKA, E.I. The effects of feeding mannan oligosaccharide on immunoglobulins, plasma IgG and bile IgA, of wrolstad MW male turkeys. **Poultry Science**, v.75, supp.1, p.143, 1996.

SCHREZENMEIR, J.; DE VRESE, M. Probiotics, prebiotics and symbyotics-approaching a definition. **American Journal of Clinical Nutrition**. Baltimore, v.73, p.361–364, 2001.

SELVARAJAV, V.; SAMPATH, K.; SEKAR, V. Use of glucan from *Saccharomyces cerevisiae* as an immunostimulant in carp: impact on hematology, phagocyte function and infection with *Aeromonas hydrophila*. **The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh**. v.57, n.1, p.39-48, 2005.

SELVARAJAV, V.; SAMPATH, K.; SEKAR, V. Adjuvant and immunostimulatory effects of b-glucan administration in combination with lipopolysaccharide enhances survival and some immune parameters in carp challenged with *Aeromonas hydrophila*. **Veterinary Immunology and Immunopahology**. v.114, p.15-24, 2006.

SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003.

STAYKOV, Y.; SPRING, P.; DENEV, S.; SWEETMAN, J. Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture International**. v.15, n.2, p.153-161, 2007.

STONE, B.A.; CLARKE, A.E. In: STONE, B.A.; CLARKE, A.E. Eds, **Chemistry and biology of (1/3) -  $\beta$  - glucans**. Australia, La Trobe University Press. p.525-564, 1992.

SWANSON, K.S.; GRIESHOP, C.M.; FLINCKINGER, E.A.; BAUER, L.L.; HEALY, H.P.; DAWNSON, K.A.; MERCHEN, N.R.; FAHEI, G.C. Supplemental fructooligosaccharides and mannanoligosaccharides influence immune function, ileal and total tract nutrient digestibilities, microbial populations and concentrations of protein catabolites in the large bowel of dogs. **The Journal of Nutrition**. p.980-989, 2002.

TORRECILLAS, S.; MAKOL, A.; CABALLERO, M.J.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; REAL, F.; SWEETMAN, J.; TORT, L.; IZQUIERDO, M.S. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. **Fish & Shellfish Immunology**. v.23, p.969-981, 2007.

TSIAPALI, E.; WHALEY, S.; KALBFLEISCH, J.; ENSLEY, H.; BROWDER, W.; WILLIAMS, D.L. Glucans and related natural polymers exhibit weak solution free radical scavenging activity, but stimulate free radical activity in a murine macrophage cell line. **Free Radical Biology and Medicine**. v.30, p.393-402, 2001.

VOLPATTI, L.D.; ANGELO, L.; JENEY, G.; JENEY, Z.; ANDERSON, D.P.; GALEOTTI, M. Nonspecific immune response in fish fed glucan diets prior to induced transportation stress. **Journal of Applied Ichthyology**. v.14, p.201-206, 1998.

WATANABE, W.O.; LOSORDO, T.M. FITZSMMONS, K.; HANLEY, F. Tilápia production systems in the Américas: technological advances, trends, and challenges. **Review of Fisheries Science**. v.10, p.465-498, 2002.

WELKER, T.L.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; SHELBY, R.; KLESIUS, P.H. Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel Catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing commercial whole-cell yeast or yeast subcomponents. **Journal of Aquaculture Society**. v.38, n.1, p.24-35, 2007.

ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; JANKOWSKI, J.; BIEDRZYCKA, E.; KONCICKI, A. Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkeys to diets with different levels of mannan-oligosaccharide. **Poultry Science**. v.84, p.903-909, 2005.

## CAPÍTULO I

### **Mortalidade associada a bacterioses em tilápia do Nilo de piscicultura de tanques-rede do Reservatório de Nova Avanhandava, SP**

Fabiana Garcia<sup>1,21</sup>, Eduardo Makoto Onaka<sup>3</sup>, Fernando Stopato da Fonseca<sup>3</sup>, Margarete Mallasen<sup>3</sup>, Rodrigo Zanoló<sup>4</sup>, Flávio Ruas de Moraes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Centro de Aqüicultura da Unesp, Via Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil

<sup>2</sup>Pólo Regional do Noroeste Paulista, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Estrada Municipal Votuporanga-Floreal, Km 4, 15500-000, Votuporanga, SP, Brasil

<sup>3</sup>Centro de Pesquisas do Pescado Continental – Instituto de Pesca, caixa postal: 1052, 15025-970, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Schering Plough Corporation

---

<sup>1</sup> Correspondência: Fabiana Garcia, Pólo Regional do Noroeste Paulista, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Caixa Postal: 61, CEP 15500-000, Votuporanga, SP, Brasil. Phone/Fax: 55 17 3422-2296, e-mail: [fgarcia@apta.sp.gov.br](mailto:fgarcia@apta.sp.gov.br)

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi descrever o isolamento de *Streptococcus* sp. e *Aeromonas* sp. de tilápias do Nilo oriundas de piscicultura em sistema de tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP e as condições que favoreceram o surto das doenças. O trabalho foi realizado em duas pisciculturas de criação de tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* nos municípios de Zacarias e Turiúba, SP, onde as tilápias são criadas em tanques-rede de 18 m<sup>3</sup> de volume útil, com densidade média de estocagem de 70 a 80 kg/m<sup>3</sup>. Nos meses de fevereiro e março (verão), houve elevadas taxas de mortalidade nas pisciculturas, onde os peixes apresentavam sinais clínicos como natação errática, exoftalmia, lesões no tegumento e nadadeiras e coloração enegrecida. De cada piscicultura foram colhidos 10 espécimes jovens de peixes doentes e enviados para exame bacteriológico e antibiograma. Realizou-se monitoramento mensal da qualidade da água em duas estações do ano: verão (janeiro, fevereiro e março) e inverno (junho, julho e agosto). As elevadas taxas de mortalidade nas pisciculturas de tilápias estavam associadas à infecção oportunista causada pelas bactérias dos gêneros *Streptococcus* e *Aeromonas*, com predominância do primeiro gênero descrito. As condições que favoreceram o surto das doenças podem ser atribuídas principalmente à elevação da temperatura da água, com conseqüente redução na concentração de oxigênio dissolvido, associada à elevada densidade de estocagem, que atuaram como fatores predisponentes ao surto.

Palavras-chave: bacteriose, *Oreochromis niloticus*, *Streptococcus* e *Aeromonas*

**Abstract** – The aim of this study was to describe *Streptococcus* sp. and *Aeromonas* sp. isolation of Nile tilapia from net cage fish farm in Nova Avanhandava reservoir, Tietê river, São Paulo, Brazil. At the same time, verified conditions which favored the outbreak disease. The work was run in two net cage fish farms of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Zacarias and Turiúba city, where fish are raised in 18 m<sup>3</sup> net cages, in which fish are raised at the density of 70 – 80 kg of fish per m<sup>3</sup>. In February and March (summer) there were high mortality rate in the fish farms where tilapia showed clinical signs like erratic swimming, exophthalmia, tegument and fin injuries and darkening coloration. On each fish farm were caught 10 sick juveniles and sent to bacteriological examination and antibiotic test. Monthly, was carried out water quality measurement in two seasons: summer (January, February and March) and winter (June, July and August). According the results, high mortalities rates were related to *Streptococcus* and *Aeromonas* infections, mainly due the last one. Conditions that favored this outbreak were increasing of water temperature and reducing of dissolved oxygen, added to high stocking densities usually used in the net cage fish farms.

**Keywords:** bacteriosis, *Oreochromis niloticus*, *Streptococcus* e *Aeromonas*

## INTRODUÇÃO

A identificação e divulgação de agentes associados aos surtos de bacterioses nas pisciculturas são de fundamental importância para desenvolvimento de métodos profiláticos e terapêuticos nos sistemas de criação.

A *Aeromonas hydrophila* é um bastonete móvel integrante da microbiota intestinal de peixes saudáveis (Trust et al., 1974). Tem ampla distribuição geográfica e causa a septicemia hemorrágica (Austin e Austin, 1987). Alguns isolados podem ser patogênicos para o homem. Assim, a presença de elevados níveis de *Aeromonas* móveis em piscicultura intensiva pode apresentar risco de infecção para o peixe e saúde pública (Vieira, 2004).

O estresse está sempre presente nas pisciculturas em função de manejo, como a alta densidade de estocagem e por consequência da deterioração da qualidade da água, tornando os organismos atingidos mais susceptíveis às infecções (Pickering, 1989; Rottmann et al., 1992). Em sistemas de criação intensivo de tilápias (*Oreochromis* spp), Suresh (1998) destaca a septicemia causada por *Streptococcus* spp ou *Enterococcus* spp. como o principal problema sanitário de origem bacteriana. No Brasil, há registros dessa bacteriose em tilápias do Nilo em pisciculturas na região norte do Paraná (Salvador et al., 2005), Minas Gerais e Espírito Santo (Figueiredo et al., 2006).

*Streptococcus iniae* é capaz de causar doença invasiva em peixes com expressivos surtos em pisciculturas. As cepas comuns podem produzir infecção em humanos após injúrias na pele durante o manuseio de peixe fresco oriundo da aquicultura. No entanto, há registro de clone desta bactéria capaz de causar doença tanto em peixes quanto em humanos (Weinstein et al., 1997). Com relação ao *S. agalactiae*, trata-se de um *Streptococcus*, capaz de causar doença em hospedeiros humanos e animais (Hardie e Whiley, 1997).

*Streptococcus iniae* causa a meningocefalite e morte em espécies de peixes de criação (Bercovier et al., 1997) e também pode ser considerado um patógeno humano emergente associado a injúrias relacionadas à manipulação de peixes criados em água doce. A septicemia causada pelas *Aeromonas* é, de fato, perigosa (Lehane e Rawlin, 2000). Segundo Kirov et al. (2000), a *A. hydrophila*, *veronii* bt *sobria* e *A. caviae* podem causar diarreia, particularmente em crianças. A *A. hydrophila*, *A. sóbria* e *A. salmonicida* podem ser agentes causadores não somente de enterites humanas (Sukroongreung et al., 1983), como também de septicemia fatal em indivíduos imuno comprometidos (Chou et al., 2004).

O objetivo deste trabalho foi descrever o isolamento de *Streptococcus* e *Aeromonas* de tilápias do Nilo oriundas de piscicultura em sistema de tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP e as condições que favoreceram o surto das doenças.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado em duas pisciculturas de criação de tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* em tanques-rede nos municípios de Zacarias e Turiúba, inseridas em braços do reservatório de Nova Avanhandava – SP, rio Tietê (21°3'7'' S; 50°3'3'' W). As tilápias são criadas em tanques-rede de 18 m<sup>3</sup> de volume útil, com densidade média de estocagem de 70 a 80 kg/m<sup>3</sup>.

Nos meses de fevereiro e março (verão), diante de elevadas taxas de mortalidade nas pisciculturas, foram coletados 10 exemplares jovens de tilápia, com tamanho variado, de cada piscicultura, que apresentavam sinais clínicos de bacteriose, como natação errática, exoftalmia, lesões no tegumento e nadadeiras e coloração enegrecida para exame bacteriológico. Os peixes foram resfriados, embalados em gelo e imediatamente enviados ao Laboratório de Doenças de Animais Aquáticos para análise bacteriológica. O tempo de transporte das amostras até o laboratório onde foi realizado o exame bacteriológico foi de aproximadamente 24 h.

No laboratório foram tomados fragmentos de rim e cérebro de forma asséptica e posterior semeadura em ágar sangue, seguido de incubação a 25°C por até cinco dias. A identificação dos isolados bacterianos foi feita por testes bioquímicos (kit API 20NE, kit API 20 STREP, kit RAPID STREP 32, Slidex STREPTO kit e provas complementares). O antibiograma foi realizado por método qualitativo de discos de difusão (Bauer-Kirby), sendo testados os seguintes antibióticos: norfloxacina, ácido nalidíxico, tetracilina, eritromicina, neomicina, gentamicina, florfenicol, sulfazotrim, cloranfenicol, amoxicilina.

Foram realizados monitoramentos mensais da qualidade da água nos meses de: dezembro a agosto, sendo determinadas as seguintes variáveis: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, transparência e condutividade elétrica da água.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nos meses de inverno a taxa de mortalidade em ambas as pisciculturas encontrava-se menor que 1%. No entanto, durante o período de verão, foram observadas taxas de mortalidade acumulada durante os meses de janeiro a março de 30 e 18%.

As variáveis hídricas estão descritas na figura 1. Nos meses que ocorreram as elevadas taxas de mortalidade, verificou-se aumento na temperatura da água, redução no oxigênio dissolvido, pH mais elevado e pico de condutividade no mês de março.

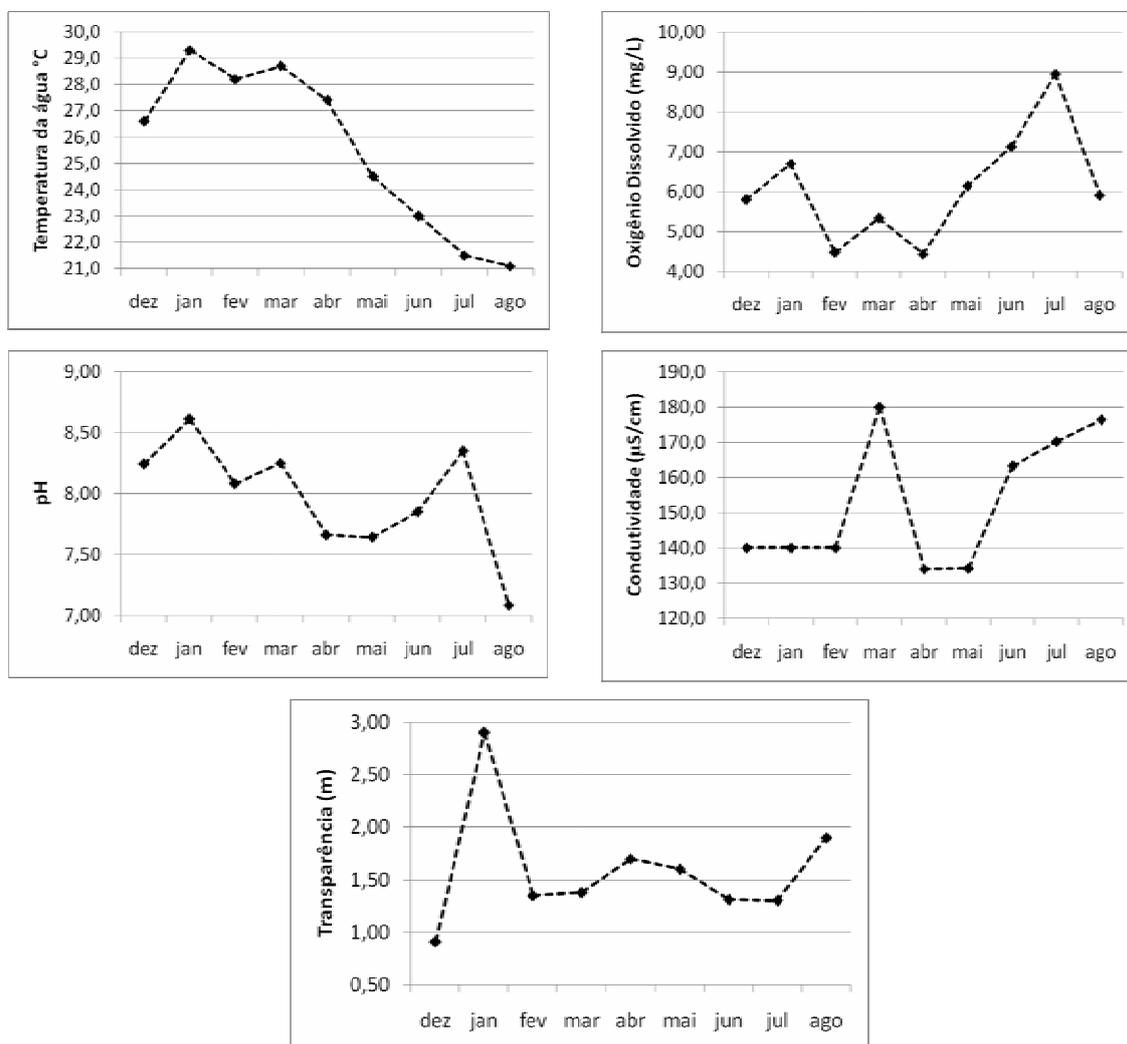


Figura 1 – Variáveis hídricas: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), transparência (m) e condutividade elétrica (uS/cm) de pisciculturas de tanques-rede do reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP nas estações de verão, outono e inverno.

As bactérias isoladas foram: *Aeromonas hydrophila*, *A. veronii bt. veronii*, *A. veronii bt. sobria* e *Streptococcus agalactiae* com maior incidência do último gênero descrito. Dos 20 peixes amostrados, em 50% foi isolada bactéria do gênero *Streptococcus* de pelo menos um dos órgãos analisados (rim e cérebro) e em 20% dos peixes observou-se esta bactéria em ambos os órgãos. Quanto às bactérias do gênero *Aeromonas*, 20% dos peixes apresentaram este microorganismo em pelo menos um dos órgãos e 10% em ambos

os órgãos. Foi verificada a presença simultânea de *Streptococcus* e *Aeromonas* e apenas um exemplar de tilápia (Tabela 1).

**Tabela 1** – Bactérias isoladas dos rins e cérebros de tilápias do Nilo oriundas de pisciculturas no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP.

Peixe	Rim	Cérebro
1	-	<i>Aeromonas veronii</i> bt. <i>sobria</i>
2	-	-
3	<i>Aeromonas veronii</i> bt. <i>veronii</i>	<i>A. hydrophila</i>
4	-	<i>Streptococcus agalactiae</i>
5	<i>Streptococcus</i> sp.	<i>Streptococcus agalactiae</i>
6	-	<i>Streptococcus</i> sp.
7	<i>Aeromonas</i> sp.	<i>Streptococcus agalactiae</i>
8	-	<i>Streptococcus agalactiae</i>
9	-	<i>Streptococcus agalactiae</i>
10	-	-
11	<i>A. hydrophila</i>	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i>
16	<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i>
17	<i>Streptococcus agalactiae</i>	<i>Streptococcus agalactiae</i>
18	-	<i>Streptococcus agalactiae</i>
19	<i>Aeromonas hydrophila</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i>
20	-	-

O sistema de criação em tanques-rede é caracterizado como super-intensivo, destacando-se a alta densidade de estocagem, fato que contribui significativamente para o estresse (Iguchi et al., 2003). Quando o peixe está estressado, sua habilidade de resistir às agressões é enfraquecida. Sendo assim, o estresse é considerado como o fator negativo de maior impacto à saúde dos peixes de cativeiro (Iwama et al., 1997).

Nos meses de alta mortalidade, verificaram-se maiores valores na temperatura média da água com conseqüente redução no oxigênio dissolvido da água. Verificou-se também pico na condutividade elétrica da água no mês de março. A condutividade elétrica é utilizada como demonstrativo da produtividade aquática e aporte de matéria orgânica da água (Copp, 2003). Trabalhos demonstrando alta densidade de estocagem como agente de estresse para os peixes revelam que a degradação da qualidade da água é a causa primária da adversidade em sistemas de criação intensivos (Ellis et al., 2002).

A *A. hydrophila* é encontrada em águas com alta carga de matéria orgânica (Holmes et al., 1996) e, em salmonídeos, os surtos agudos estão associados ao estresse de manejo e densidade em águas com temperatura elevada (Roberts et al., 1986). Por ser patógeno oportunista, a presença desta bactéria, por si só, não é indicativo de doença e os agentes estressores, presentes nos sistemas de criação intensivos são fatores predisponentes para a ocorrência de surtos de doença causados por esse agente (Cipriano, 2001). Garcia et al. (2008) estudaram a infecção experimental desta bactéria em pacus *Piaractus mesopotamicus* e verificaram que, para a cepa utilizada, em temperatura de 21°C a mortalidade foi nula, enquanto, em temperatura de 23°C houve mortalidade acentuada.

*A. hydrophila* produz fosfolipases, endotoxinas, leucocidinas, enterotoxinas, hemolisinas e proteases (Ljungh e Wadstrom, 1982). Merino et al. (1992) demonstram que a temperatura é responsável pela composição química da superfície da célula das cepas de *A. hydrophila* e que este perfil químico da superfície celular determina os diferentes níveis de virulência das cepas desta bactéria, o que pode elucidar o fato de que os surtos de septicemia hemorrágica, geralmente, estão associados à elevada temperatura, como verificado neste estudo.

As bactérias do gênero *Streptococcus*, isoladas em maior proporção que a *Aeromonas*, estão relacionadas às altas temperaturas e elevada densidade de estocagem (Roberts, 2001). Do ponto de vista do hospedeiro, o agente estressor que mais afeta o equilíbrio entre o peixe e o ambiente é a temperatura. Cada espécie tem sua faixa de temperatura ideal, limitada por um mínimo e um máximo absoluto nos quais não há possibilidade de sobrevivência. Em temperaturas próximas aos extremos é que ocorrem as invasões por patógenos, especialmente em temperaturas máximas. Além disso, a elevação da temperatura e o aumento de matéria orgânica podem favorecer a taxa de multiplicação dos microorganismos, associadas à menor concentração de oxigênio dissolvido na água reduzem a intensidade e a velocidade das respostas de defesa do organismo.

Assim, a elevação da temperatura da água, como agente estressor, aumenta a susceptibilidade do hospedeiro à infecção. Por outro lado favorece a multiplicação das bactérias, aumentando a tensão ambiental de infecção.

Com relação ao antibiograma, verificou-se que para o gênero *Aeromonas*, o antibiótico amoxicilina apresentou maior perfil de resistência para todas as espécies avaliadas, enquanto que para o *Streptococcus*, todas as cepas apresentaram resistência ao ácido nalidíxico, neomicina e gentamicina e uma delas, ao sulfazotrim. Este perfil de

resistência do *Streptococcus* também foi descrito em isolados de tilápia criada em tanques-rede nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo (Figueiredo et al., 2006).

**Tabela 2** - Antibiograma das cepas de *Aeromonas* e *Streptococcus* isoladas de juvenis de tilápia do Nilo de criação em tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP.

	Nor	Nal	Tet	Eri	Neo	Gen	Flf	Sut	Clo	Amo
<i>Aeromonas veronii bt sobria</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
<i>Aeromonas veronii bt veronii</i>	S	S	S	I	S	S	S	S	S	R
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R
<i>Aeromonas hydrophila</i>	S	S	S	I	S	S	S	S	S	R
<i>Streptococcus agalactiae</i>	S	R	S	S	R	R	S	R	S	S
<i>Streptococcus agalactiae</i>	S	R	S	S	R	R	S	S	S	S
<i>Streptococcus agalactiae</i>	S	R	S	S	R	R	S	S	S	S

Nor- norfloxacina, Nal - ácido nalidíxico, Tet - tetracilina, Eri - eritromicina, Neo - neomicina, Gen - gentamicina, FLF - florfenicol, Sut - sulfazotrim, Clo - cloranfenicol, Amo - amoxicilina. R – Resistente; S – Sensível, I – Sensibilidade moderada.

## CONCLUSÃO

Desta forma, as elevadas taxas de mortalidade nas pisciculturas de tilápias em tanques-rede do reservatório de Nova Avanhandava, nos meses de verão, estavam associadas à infecção oportunista causada pelas bactérias dos gêneros *Streptococcus* e *Aeromonas*, com predominância do primeiro gênero descrito. As condições que favoreceram o surto das doenças podem ser atribuídas principalmente à elevação da temperatura da água, com conseqüente redução na concentração de oxigênio dissolvido, associada à elevada densidade de estocagem, que, sinergicamente, atuaram como fatores predisponentes ao surto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>2</sup>

- AUSTIN, B.; AUSTIN, D. A. **Bacterial fish pathogens: disease in farmed and wild fish.** Ellis Horwood Limited, 1987, p.171-173.
- BERCOVIER, H.; GHITTINO, C.; ELDAR, A. Immunization with bacterial antigens: infections with streptococci and related organisms. **Development in Biological Standartization.** v.90, p.153–160, 1997.
- CHOU, S.Y.; TSAI, C.C.; KAU, S.C.; KAU, H.C.; HSU, W.M. *Aeromonas hydrophila* orbital cellulitis in a patient with myelodysplastic syndrome. **Journal of Chinese Medical Association.** v.67, p.51–53, 2004.
- CIPRIANO, R.C. **Aeromonas hydrophila and motile aeromonad septicemias of fish.** Fish and Wildlife Service Division of Fishery Research Washington, D. C. 2001, 68p.
- COPP, G.H. Is fish condition correlated with water conductivity? **Journal of Fish Biology.** v.63, p.263–266, 2003.
- ELLIS, T., NORTH, B., SCOTT, A.P., BROMAGE, N.R., PORTER, M., GADD, D., The relationship between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. **Journal of Fish Biology.** v.61, p.493–531, 2002.
- FIGUEIREDO, H.C.P.; CARNEIRO, D.O.; FARIA, F.C.; COSTA, G.M. *Streptococcus agalactiae* associado à meningoencefalite e infecção sistêmica em tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.58, n.4, p.678-680, 2006.
- GARCIA, F.; MORAES, F.R.; MARTINS, M.L. Pacu fed diets supplemented with vitamins C / E, challenged by *Aeromonas hydrophila* in different temperature. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** 2008, *no prelo.*
- HARDIE, J.M.; WHILEY, R.A. Classification and overview of the genera *Streptococcus* and *Enterococcus*. **Journal of Applied Microbiology.** Symposium Supplement, v.83, p.1S-11S.
- HOLMES, P.; NICCOLS, L.M.; SARTORY, D.P. **The ecology of mesophilic *Aeromonas* in the aquatic environment.** In The genus *Aeromonas*, ed. B. Austin, M. Altweeg, P.J. Gosling; S. Joseph, Chichester: Wiley, 1996, p.127-150.
- IGUCHI, K.; OGAWA, K.; NAGAE, M.; ITO, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). **Aquaculture,** v.202, p.515-523, 2003.

---

<sup>2</sup> Referencias de acordo com ABNT, 2007

- IWAMA, G.K., PICKERING, A.D., SUMPTER, J.P., SCHRECK, C.B. (Eds.). **Fish Stress and Health in Aquaculture**. Society for Experimental Biology Seminar Series, vol. 62. Cambridge University Press, UK, 1997, p. 278.
- KIROV, S.M.; BARNE, T.C.; PEPE, C.M.; STROM, M.S.; ALBERT, M.J. Investigation of the role of type IV *Aeromonas pilus* (Tap) in the pathogenesis of *Aeromonas* gastrointestinal infection. **Infection and Immunity**. v.68, p.4040–4048, 2000.
- LEHANE, L.; RAWLIN, G.T. Topically acquired bacterial zoonoses from fish: a review. **The Medical Journal of Australia**. v.173, p.256–259, 2000.
- LJUNG, A.; WADSTROM, T. *Aeromonas* toxins. **Pharmacology Therapy**. v.15, p.339-354, 1982.
- MERINO, S.; CAMPRUBÍ, S.; TOMÁS, J.M.; Effect of growth temperature on outer membrane components and virulence of *Aeromonas hydrophila* strains of serotype O:34. **Infection and Immunity**. v.60, n.10, p.4343-4349, 1992.
- PICKERING, A.D. Environmental stress and survival of brown trout *Salmo Trutta*. **Freshwater Biology**, v.21 p.47-55, 1989.
- ROBERTS, J.R. **Fish Pathology**. W.B. Saunders. 3<sup>a</sup> edição. 2001, 472 p.
- ROBERTS, R.J.; MACINTOSH, D.J.; TONGUTHAI, K.; BOONYARATPALIN, S.; TAYAPUTCH, N.; PHILLIPS, M.J.; MILLAR, S.D. **Fiels and Laboratory Investigations into Ulcerative Fish Disease in the Ásia-Pacific Region**. Bangkok: FAO. 1986.
- ROTTMANN, R.W., FRANCIS-FLOYD, R.; DURBOROW, R. The role of stress in fish disease. **Southern Regional Aquaculture Center Publication**, 1992, 474p.
- SALVADOR, R.; MULLER, E.E; FREITAS, J.C.; LEONHADT, J.H.; PRETTO-GIORDANO, L.G.; DIAS, J.A. Isolation and characterization of *Streptococcus* spp. group B in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) reared in hapas nets and earth nurseries in the northern region of Parana State, Brazil. **Ciência Rural**. v.35, n.6, p.1374-1378. 2005.
- SUKROONGREUNG, S.; NILAKUL, C.; TANTIMAVANICH, S. Distribution of IMVC biogroups of *Aeromonas hydrophila* and *Aeromonas sobria* isolated from human, fish and water. **Southeast Asian Journal of Tropical Medicinal and Public Health**. v.14, p.330–335, 1983.
- SURESH, A. V. Tilapia Update. **World Aquaculture**. ,Baton Rouge, v.30, n.4, p.8-68. 1998.

TRUST, T.J.; BULL, L.M.; CURRIE, B.R.; BUCKEY, J.T. Obligate anaerobic bacteria in the gastrointestinal microflora of the grass carp (*Ctenopharyngodon idella*), goldfish (*Carassius auratus*), and rainbow trout (*Salmo gairdneri*). **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**. v.36, p.1174-1179, 1974.

VIEIRA, R.H.S. **Microbiologia, Higiene e Qualidade do Pescado (teoria e prática)**. São Paulo: Varela Editora e Livraria Ltda, edição 2004, 384p.

WEINSTEIN, M.R.; LITT, M.; KERTESZ, D.A.; WYPER, P.; ROSE, D.; COULTER, M.; MCGEER, A.; FACKLAM, R.; OSTACH, C.; WILLEY, B.M.; LOW, D.E. Invasive infections due to a fish pathogen, *Streptococcus iniae*. **The New England Journal of Medicine**. v.337, n.9, p.589-594, 1997.

## CAPÍTULO II

### **Classificação por tamanho e redistribuição de tilápias do Nilo em tanques-rede**

Fabiana Garcia<sup>31,3</sup>, Marcos Nakamura<sup>2</sup>, Flávio Ruas de Moraes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA –Pólo Regional do Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Zootecnista – Piscicultura Escama Forte

<sup>3</sup> *Centro de Aqüicultura da Unesp (Caunesp), Jaboticabal, SP*

---

<sup>3</sup> Pesquisadora Científica I - APTA – Pólo Noroeste Paulista - Votuporanga

Estrada municipal Votuporanga – Floreal km 4+6 (terra) caixa postal 61, Votuporanga, SP.

Fone/Fax: (17) 3422-2296

e-mail: [fgarcia@apta.sp.gov.br](mailto:fgarcia@apta.sp.gov.br)

**Resumo**

O manejo de classificação por tamanho e redistribuição é utilizado empiricamente pelos piscicultores na criação de tilápias *Oreochromis niloticus* em tanques-rede. O objetivo deste estudo foi avaliar cientificamente a contribuição deste manejo para o desempenho produtivo dos peixes. O ensaio foi conduzido em piscicultura comercial (21°3'7'' S; 50°3'3'' W). Na primeira fase da criação, com duração de 60 dias, foram utilizados 12 tanques-rede de 6 m<sup>3</sup> cada, com dimensões de 2 x 2 x 1,5 m, com 2500 tilápias do Nilo jovens (25,4 ± 2,04 g) em cada. Ao final desta fase, procedeu-se o manejo de classificação e redistribuição dos peixes, divididos em três classes sendo pequeno, médio e grande. Na segunda fase, os peixes grandes e médios permaneceram no tanque até atingirem o peso de abate (600 g) e os pequenos passaram por outra classificação antes de serem abatidos. Os parâmetros zootécnicos avaliados foram ganho de peso diário, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e sobrevivência. Os resultados demonstram que o referido manejo de tilápias do Nilo em sistema de criação em tanques-rede favorece o desempenho zootécnico, possivelmente por interferir no comportamento de dominância dos indivíduos.

**Palavras-chave:** *Oreochromis niloticus*, desempenho produtivo, homogeneidade, hierarquia, dominância.

**Abstract** – Sort and replacing procedure in size class is a common handling strategic in Brazilian net cage fish farm of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. The aim of this study was to evaluate scientifically the input of this procedure on fish growth. The trial was carried out in a Brazilian commercial fish farm (21°3'7'' S; 50°3'3'' W). At the first stage of raising, during 60 days, 12 net cages (6 m<sup>3</sup> - 2 x 2 x 1,5 m) with 2500 juveniles Nile tilapia (25,4 ± 2,04 g) were stocked in each one. At the end of this stage, were proceeded sort and replacing procedure in three size class: small, medium and large. At the second stage, larges and mediums fish remain in the cage until reaching the weigh slaughter (600 g) and the small ones were grouping and replacing again before to be slaughtering. The follow performance parameters: daily weigh gain (DWG), feed conversion ratio (FCR), specific growth ratio (SGR) and survived index. Results show that this Nile tilapia procedure for net cages farming increases growth performance, possibly due to its influence on dominance behavior.

**Keywords:** *Oreochromis niloticus*, growth performance, uniformity, hierarch, dominance.

## INTRODUÇÃO

Autores relatam a agressividade de ciclídeos como a tilápia *Oreochromis niloticus*, pois são peixes que têm organização social baseada na formação de cardumes ou no estabelecimento de territórios (Baerends e Baerends – Van Roon, 1950). Por estes motivos sua criação necessita maiores cuidados para se manter a homogeneidade do lote. Quanto maior a diferença, maior o prejuízo na comercialização devido à presença de peixes pequenos (Hein et al., 2004). A heterogeneidade do lote deve-se ao comportamento hierárquico da espécie e, segundo Fox et al. (1997), o estresse medido pelo perfil do cortisol circulante, responde à dinâmica social. Até que as relações sociais se estabilizem, todos os indivíduos da comunidade se comportam agressivamente, com níveis similares de cortisol circulante.

Para solucionar ou diminuir este inconveniente os piscicultores que criam tilápias em tanques-rede adotam o manejo de classificação dos lotes, em que, de forma empírica, classificam todos os peixes em duas ou três classes de tamanho e os redistribuem em novos lotes em outras gaiolas. O objetivo é que as densidades iniciais não fiquem tão reduzidas e as finais, não ultrapassem a capacidade de suporte do tanque, evitando o estresse de superpopulação e otimizando o uso da estrutura (Camargo, 2007).

Assimetrias de peso e tamanho são positivamente correlacionadas com dominância em ciclídeos, como ocorre na tilápia do Nilo (Teresa e Gonçalves-de-Freitas, 2003) e interferem no comportamento agonístico para o estabelecimento da hierarquia (Beeching, 1992, Koops e Grant, 1993).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo empírico de classificação e redistribuição de tilápias do Nilo criadas em sistema de tanques-rede sobre o desempenho produtivo dos peixes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em piscicultura comercial, localizada no reservatório de Nova Avanhandava, córrego Arribada, afluente do rio Tietê, Brasil (coordenadas geográficas: 21°3'7'' S; 50°3'3'' W).

Na primeira fase da criação com duração de 60 dias, foram utilizados 12 tanques-rede de 6 m<sup>3</sup> cada, com dimensões de 2 x 2 x 1,5, com 2500 tilápias do Nilo *Oreochromis niloticus* jovens ( $25,4 \pm 2,04$  g) em cada. Nesta fase, os peixes foram alimentados com dieta comercial contendo 40% de proteína bruta e 5% de lipídios, quatro vezes ao dia. Ao final desta fase realizou-se o manejo de classificação e redistribuição dos peixes. Para tanto

os tanques foram arrastados ao trapiche, levantados por meio de cabo de aço em roldanas fixadas ao teto do local. Os peixes foram retirados e transportados para a mesa de classificação, onde foram separados em três novos lotes de acordo com o tamanho, designados como grandes, médios e pequenos.

Na segunda fase, com duração de aproximadamente 60 dias, a ração (32% de proteína bruta e 4,6% de lipídios) passou a ser fornecida duas vezes ao dia. Os peixes maiores e médios permaneceram no tanque até atingirem o peso de abate (600 g) e os menores passaram por outra classificação e redistribuição antes de serem abatidos.

Para análise dos parâmetros zootécnicos durante a primeira fase de criação pesou-se uma amostra de 5% dos peixes de cada tanque aos 37 e 58 dias de criação. No momento da classificação e na última biometria, na despesca final, quando os peixes foram destinados ao abate, todos foram pesados em grupos de aproximadamente 20 indivíduos de cada vez.

Os parâmetros zootécnicos avaliados foram ganho de peso diário (GP), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE), de acordo com as seguintes equações:

$GP (g) = \text{peso final} - \text{peso inicial}$

$TCE (\%) = 100 \times (\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) / n^\circ \text{ de dias}$ , onde Ln = logaritmo neperiano

$CAA = \text{consumo de ração} / \text{ganho de peso}$

Por tratar-se de estudo descritivo os resultados foram submetidos à análise de regressão linear.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 demonstram que o manejo de classificação dos peixes obedece a um padrão linear na distribuição das classes grande, médio e pequeno em relação ao peso dos peixes e biomassa total do tanque no início do povoamento.

Estudos como o de Fernald e Hirata (1977) poderiam nortear a classificação de forma mais eficiente, de modo a separar indivíduos dominantes dos subordinados. Os autores verificaram que para a espécie *Astatotilapia burtoni* do Lago Tanganyika, a percentagem de machos dominantes dentro da população natural varia de 10 a 35%. Este estudo foi possível para esta espécie por que os indivíduos apresentam diferenciação morfológica externa, de acordo com sua posição social. No entanto, para tilápia do Nilo este tipo de trabalho não é possível graças à ausência de distinção entre padrões morfológicos para a posição social do indivíduo.

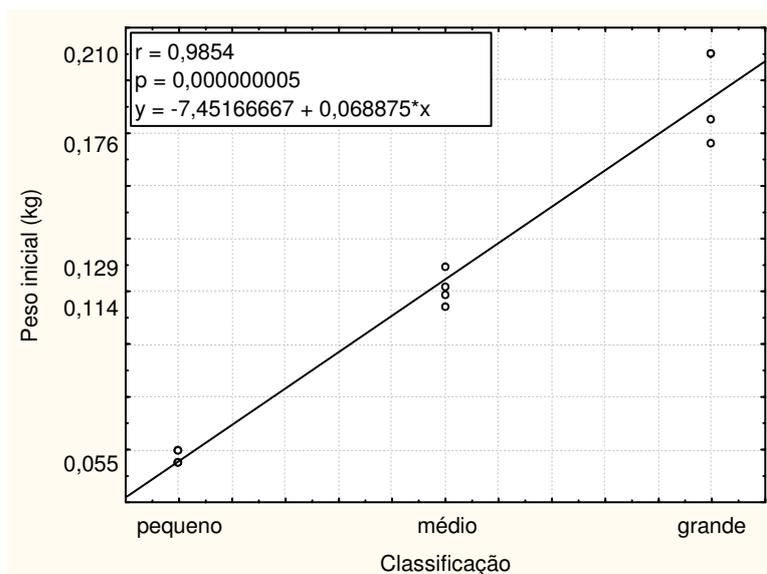


Figura 1 – Análise de regressão do peso médio de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno durante a primeira classificação.

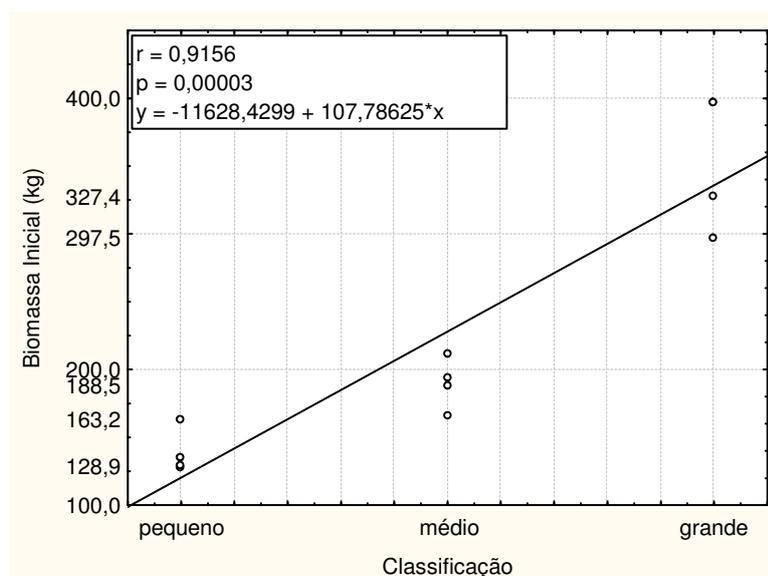


Figura 2 – Análise de regressão da biomassa média de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno durante a primeira classificação.

Durante a primeira fase de criação, o ganho de peso diário e a taxa de crescimento específico tendem a se reduzir (Figura 3) devidos ao aumento da densidade de estocagem aliada ao estresse pela heterogeneidade do lote e dominância social. Para minimizar esses efeitos os piscicultores criaram o manejo de classificação. Assimetrias de peso e de tamanho são positivamente correlacionadas com dominância em ciclídeos, como ocorre na

tilápia do Nilo (Teresa e Gonçalves-de-Freitas, 2003). Uma vez estabelecida a dominância, indivíduos dominantes podem influenciar outros animais do grupo por ações comportamentais que manifestam ou simplesmente por sua presença (Wiley e Harnett, 1980).

Os mecanismos pelos quais ocorre a heterogeneidade de lote em ciclídeos, como a tilápia do Nilo, são relativamente bem conhecidos. Fox et al. (1997) sugerem que o sinal de cortisol poderia induzir a alterações na produção do hormônio GnRH, o que explicaria a diferença no crescimento entre os indivíduos dominantes e subordinados. A elevada concentração de cortisol nos subordinados seria atribuída ao estresse de aglomeração que, como consequência, prejudica a saúde do peixe (Vijayan e Leatherland, 1990). Além disso, os dominantes monopolizam o alimento e o consomem primeiro (MacLean & Metcalfe, 2001); formam zonas de alimentação impedindo o acesso dos subordinados ao alimento (Huntingford & Leaniz, 1997); o estresse crônico prejudica o crescimento devido ao aumento de demanda energética (Kebus et al., 1992). Em acará bandeira *Pterophyllum scalare*, indivíduos subordinados gastam mais tempo nadando do que se alimentando em relação aos dominantes (Gómez-Laplaza e Morgan, 2003). Todas essas ações contribuem para que o lote ou cardume fique gradativamente mais heterogêneo.

Independentemente do mecanismo verifica-se que o manejo de classificação e redistribuição foi eficiente, pois na média das classes de tamanho, o ganho de peso diário e a TCE aumentaram, sendo caracterizados por um padrão linear positivo e negativo, respectivamente, em relação às classes (Figura 4 e 5). Dentro de um grupo, indivíduos competem por recursos e quando possuem assimetria de tamanho, de força ou de habilidade para luta, a relação de dominância é desenvolvida. Isto leva alguns indivíduos a ganharem lutas agressivas contra oponentes que desistem e se submetem (Langen e Rabenold, 1994; Newton-Fisher, 2004). Então a classificação e redistribuição dos resulta em maior simetria no tamanho dos indivíduos, possivelmente, reduzindo a necessidade do estabelecimento da dominância e diminuindo, consequentemente, as respostas de estresse que prejudicam o crescimento dos peixes.

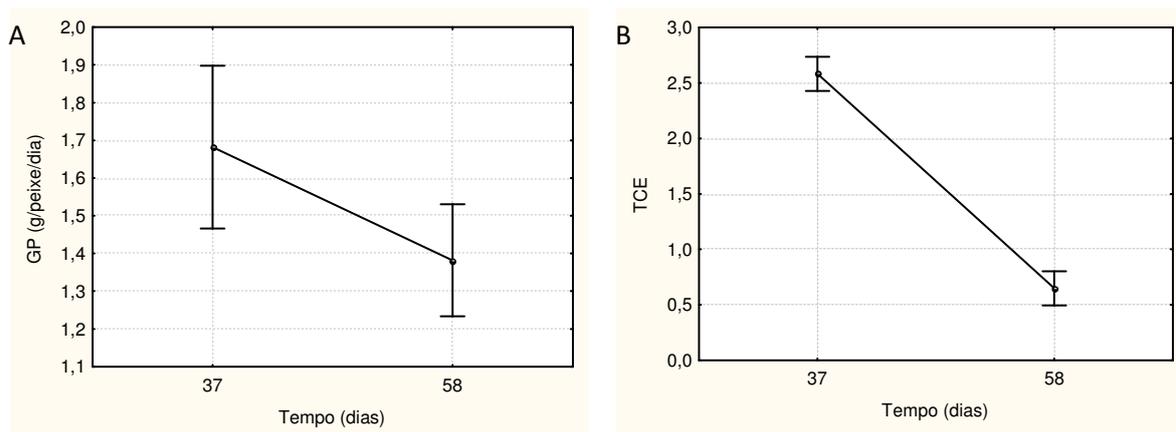


Figura 3 – A – Ganho de peso diário (g) e B – taxa de crescimento específico (TCE) de tilápias do Nilo durante a primeira fase de criação 37 e 58 dias após o povoamento.

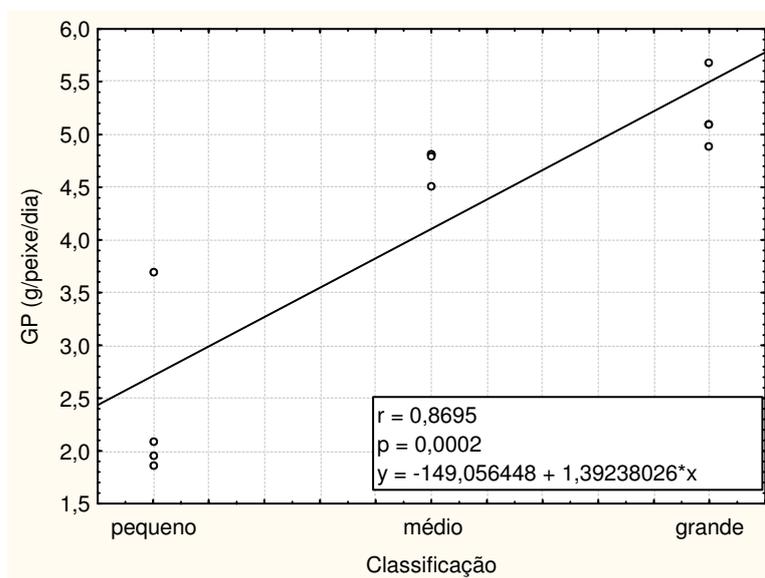


Figura 4 - Análise de regressão do ganho de peso diário de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação.

A Figura 5 demonstra a TCE nas diferentes classes de tamanho. Após a classificação e redistribuição, a TCE do grupo dos pequenos é superior à do grupo dos médios que é superior à do grupo dos grandes. Isto indica que, depois de desestabilizada a hierarquia presente na primeira fase de criação, os peixes menores, provavelmente subordinados anteriormente, voltam a apresentar TCE condizente com seu tamanho. O mesmo ocorre com a conversão alimentar (Figura 6). Estudos recentes demonstram que ciclídeos africanos (*Haplochromis burtoni*) frente a mudanças de padrão social, como perda de território, apresentam alterações nas taxas de crescimento somático (Hofmann et

al., 1999). Hofmann e Fernald (2000) demonstram que mudanças na hierarquia social causam alterações no tamanho dos neurônios envolvidos no controle do crescimento. Especificamente neurônios que contêm somatostatina no hipotálamo aumentam o volume das ramificações em peixes dominantes e socialmente descendentes comparados aos subordinados e socialmente ascendentes. A somatostatina é hormônio inibidor do crescimento e relacionada aos elevados níveis de cortisol. Este mecanismo explica a maior taxa de crescimento em peixes subordinados em relação aos dominantes, pois os últimos necessitam da plasticidade para desviar energia do crescimento para a reprodução ou vice-versa, dependendo do contexto social.

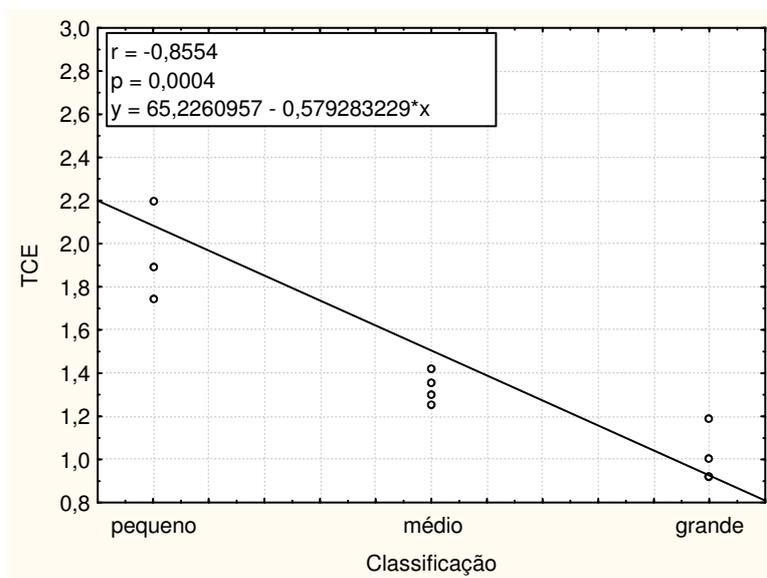


Figura 5 – Análise de regressão da taxa de crescimento específico (TCE) de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação.

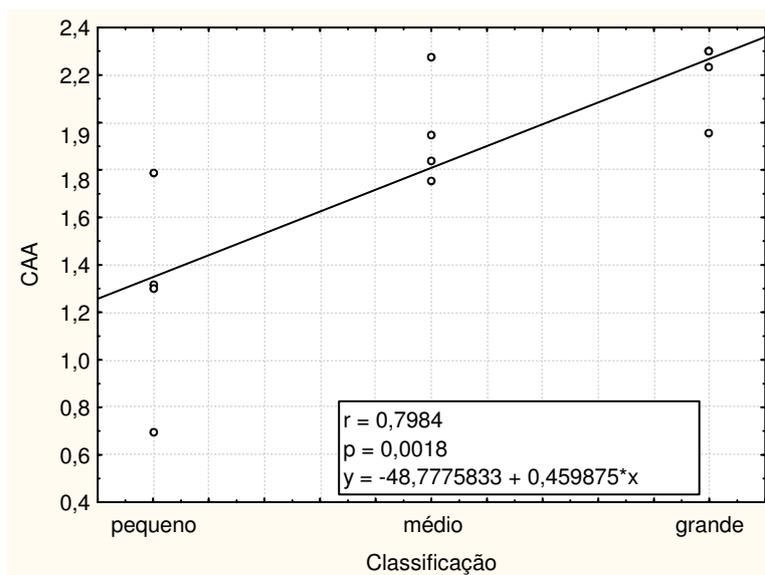


Figura 6 - Análise de regressão da conversão alimentar aparente (CAA) de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação.

Este manejo de classificação, apesar das vantagens em relação aos parâmetros de desempenho zootécnico, constitui-se em severo agente estressor para os peixes. Com relação à sobrevivência, verificou-se que após o manejo os peixes pequenos apresentam maior taxa de sobrevivência que os demais grupos (Figura 7). Este seria mais um indício de quebra na hierarquia pela maior homogeneidade do lote após a classificação e que os peixes pequenos, possivelmente subordinados na primeira fase de criação, agora se apresentam em situação mais confortável e menos estressante.

Para cada indivíduo experiências recentes de dominância levam à mesma tendência nos encontros subsequentes. Da mesma maneira, a experiência de subordinação tem o mesmo efeito (Francis, 1983; Beaugrand e Zayan, 1985; Beaugrand et al., 1996). Desta forma, é provável que nos tanques de peixes grandes, de indivíduos dominantes, a ocorrência de ataques e confrontos seria maior que no tanque dos pequenos, com indivíduos com memória de subordinados, que provavelmente, apresentariam apenas comportamento relacionado à defesa. Relacionando-se a menor ocorrência de confrontos ao menor efeito estressante no crescimento e resistência às doenças, esta relação pode explicar o aumento na taxa de sobrevivência e de crescimento específico nos animais pequenos em relação aos grandes.

Em *Neolamprologus pulcher* as taxas metabólicas padrão e de rotina aumentam linearmente com a biomassa do corpo, entretanto, a taxa metabólica de rotina foi 30% maior que as taxas de metabolismo padrão. Comportamentos submissos e agonísticos

multiplicam a taxa metabólica de rotina por um fator de 3,3 e 3,9, respectivamente. Desta forma, pelo considerável gasto de energia envolvido na defesa de território, este estudo sugere que estes custos deveriam ser considerados como adicionais na análise de relação custo-benefício (Grantner e Taborsky, 1998).

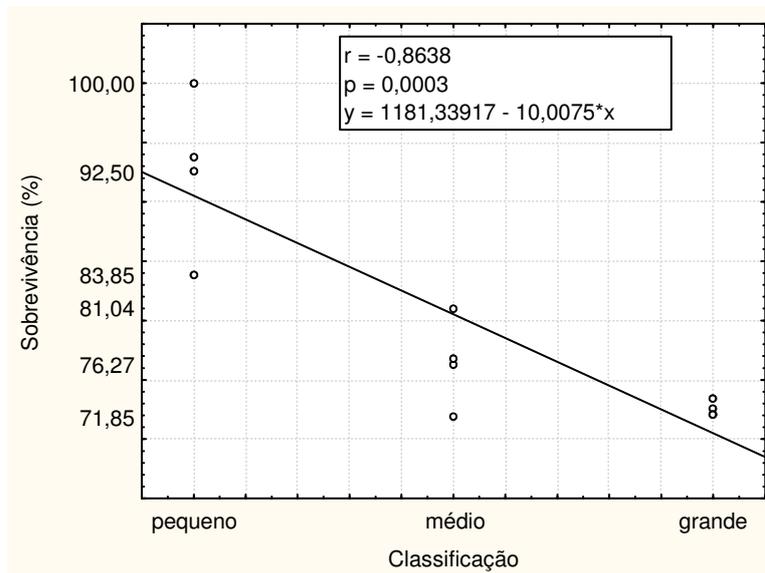


Figura 7 - Análise de regressão da taxa de sobrevivência de tilápias do Nilo em tanque rede em cada categoria de tamanho grande, médio e pequeno, após a primeira classificação, na segunda fase de criação.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que o manejo de classificação e redistribuição de tilápias do Nilo em sistema de criação em tanques-rede favorece o desempenho produtivo e diminui o comportamento de dominância no grupo.

#### <sup>4</sup>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAERENDS, G.P.; BAERENDS-VAN ROON, J.M. Na introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. **Behaviour Supplement**. v.1, p.1-243, 1950.
- BEAUGRAND, J.P.; PAYETTE, D.; GOULET, C. Conflict outcome in male green swordtail fish dyads (*Xiphophorus helleri*): interaction of body size, prior dominance: subordination experience, and prior residency. **Behaviour**, v.133, p.1–17, 1996.
- BEAUGRAND, J.P.; ZAYAN, R. An experimental model of aggressive dominance in *Xiphophorus helleri* (Pisces, Poeciliidae). **Behavior Processes**, v.10, p.1–52, 1985.
- BEECHING, S.C. Visual assessment of relative body size in a cichlid fish, the Oscar, *Astronotus ocellatus*. **Ethology**, v.90, p.177-186, 1992.
- CAMARGO, A.L.S. **Desempenho zootécnico da tilápia tailandesa, linhagem Chitralada, em tanques-rede no Reservatório de Nova Avanhandava, Buritama, SP: modelo empírico de classificação e repicagem**. 46f , 2007. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, SP, Brasil.
- FERNALD, R.D., HIRATA, N.R. Field study of *Haplochromis burtoni*: habitats and co-habitat. **Environmental Biology of Fishes**, v.2, n.3, p.299– 308, 1977.
- FOX, H.E.; WHITE, S.A.; KAO, M.H.F.; FERNALD, R.D. Stress and Dominance in a Social Fish. **The Journal of Neuroscience**, v.17, n.16, p.6463–6469, 1997.
- FRANCIS, R.C. Experimental effects on agonistic behavior in the paradise fish, *Macropodus operculatus*. **Behaviour**. v.85, p.292–313, 1983.
- GOMEZ-LAPLAZA, L.M., MORGAN, E., 2003. The influence of social rank in the angelfish, *Pterophyllum scalare*, on locomotor and feeding activities in a novel environment. **Lab Animal**. v.37, n.2, p.108– 120, 2003.
- GRANTNER, A.; TABORSKY, M. The metabolic rates associated with resting, and with the performance of agonistic, submissive and digging behaviours in the cichlid fish *Neolamprologus pulcher* (Pisces: Cichlidae). **Journal of Comparative Physiology B**, v.168, p.427–33, 1998.
- HEIN, G.; PARIZOTTO, M.L.V.; BRIANESE, R.H. **Tilápia, referência modular para o oeste do Paraná**. Agricultor familiar, semi-intensivo, tanques escavados - Uma atividade que agrega renda à propriedade em áreas marginais. EMATER, Toledo. 2004. 27 p.

---

<sup>4</sup> Referencias de acordo com ABNT, 2007.

- HOFMANN, H.A.; BENSON, M.E.; FERNALD, R.D. Social status regulates growth rate: consequences for life-history strategies. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.96, p.14171–14176, 1999.
- HOFMANN, H.A.; FERNALD, R.D. Social Status Controls Somatostatin Neuron Size and Growth. **The Journal of Neuroscience**, v.20, n.12, p.4740–4744, 2000.
- HUNTINGFORD, F. A.; LEANIZ, C. G. de. Social dominance, prior residence and acquisition of profitable feeding sites in juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, v. 51, n. 5, p. 1009-1014, 1997.
- KEBUS, M.J.; COLLINS, M.T.; BROWNFIELD, M.S.; AMUNDSON, C.H.; KAYES, T.B.; MALISON, J.A. Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. **Journal of Aquatic Animal Health**. v.4, p.1-6, 1992.
- KOOPS, M.A.; GRANT, J.W.A. Weight asymmetry and sequential assessment in convict cichlid contests. **Canadian Journal of Zoology**, v.71, n.3, p.475-479, 1993.
- LANGEN, T.A., RABENOLD, K.N., 1994. Dominance and diet selection in juncos. **Behavior Ecology**., v.5, p.334– 338, 1994.
- MacLEAN, A.; METCALFE, N. B. Social status, access to food, and compensatory growth in the juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, v. 58, n. 5, p. 1331-1346, 2001.
- NEWTON-FISHER, N.E. Hierarchy and social status in *Budongo chimpanzees*. **Primates**, v.45, n.2, p.81–87, 2004.
- TERESA, F.B.; GONÇALVES-DE-FREITAS, E. Interação agonística em *Geophagus surinamensis* (Teleostei, Cichlidae). **Revista de Etologia**. v.5, n.3, p.121-126, 2003.
- VIJAYAN, M.M., LEATHERLAND, J.F. High stocking density affects cortisol secretion and tissue distribution in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. **Journal of Endocrinology**. v.124, p.311–318, 1990.
- WILEY, R.; HARTNETT, S. Mechanisms of spacing in groups of juncos: measurement of behavioral tendencies in social situations. **Animal Behavior**. v.28, p.1005–1016, 1980.

### CAPÍTULO III

#### **Desempenho produtivo e homogeneidade do lote de tilápias do Nilo alimentadas com dieta suplementada com mananligossacarídeo e $\beta$ -glucano**

Fabiana Garcia<sup>5,2</sup>, Eduardo M. Onaka<sup>3</sup>, Fernando S. da Fonseca<sup>3</sup>, Eduardo G. Abimorad<sup>1</sup>, Sérgio H. C. Schalch<sup>1</sup>, Monique Campos Pereira<sup>4</sup>, Flávio R. de Moraes<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA –Pólo Regional do Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, Brasil.

<sup>2</sup> *Centro de Aqüicultura da Unesp (CAUNESP), Jaboticabal, SP*

<sup>3</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA – Centro de Pesquisa avançada do Pescado Continental, Instituto de Pesca – Mirassol, SP

<sup>4</sup> UNIFEV – Centro Universitário de Votuporanga

---

<sup>5</sup> Pesquisadora Científica - APTA – Pólo Noroeste Paulista - Votuporanga  
Estrada municipal Votuporanga – Floreal km 4+6 (terra) caixa postal 61, Votuporanga, SP.  
Fone/Fax: (17) 3422-2296  
e-mail: fgarcia@apta.sp.gov.br

**Resumo** – Este ensaio teve como objetivo determinar o nível e o tempo de administração adequados de suplemento constituído por 25% de mananoligossacarídeo e 30% de  $\beta$ -glucano sobre desempenho produtivo e a homogeneidade do lote de tilápias *Oreochromis niloticus* criadas em tanques-rede e em condições de laboratório. Para tanto, foram realizados dois experimentos simultâneos, em laboratório e em piscicultura de criação de tilápias em tanques-rede. Em ambos utilizou-se tilápias do Nilo jovens, com peso inicial de  $25,4 \pm 2,04$  g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo testados 500, 1000 e 2000 mg do suplemento alimentar por kg de ração além de um grupo controle não suplementado. As avaliações foram realizadas em tempos diversos de administração do suplemento. Os resultados demonstraram que, em laboratório, o suplemento, independentemente do nível oferecido, alterou de forma negativa a palatabilidade e/ou atratividade da ração e a melhor uniformidade do lote foi verificada no grupo que recebeu maior concentração do suplemento e durante 48 dias. Por outro lado, na piscicultura, o efeito negativo do produto no consumo de ração foi mais discreto e o melhor resultado na uniformidade do lote foi alcançado com menor concentração do suplemento oferecido por um tempo menor. Desta forma, por tratar-se de um suplemento de uso estratégico na piscicultura propõe-se, nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, a utilização de 1000 mg de suplemento/kg de ração durante 37 dias na criação de tilápias em tanques-rede para incremento no desempenho produtivo e uniformidade do lote.

Palavras – chave: suplementação alimentar, levedura, tanques-rede, prebiótico, imunoestimulante, crescimento.

**Abstract** – The aim of this trial was to estimate the ideal level and supplying time of a feed supplement containing 25% mannan oligosaccharide and 30%  $\beta$ -glucan to improve growth performance and lot uniformity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised both in net cage and in experimental laboratory. There were two simultaneous experiments, in the lab and in a net cage fish farm. In both experiments (trials) juvenile tilapia ( $25,4 \pm 2,04$  g) were used in a completely randomized design, in which were tested 500, 1000 e 2000 mg of feed supplementation/kg diet and a group supplementation free. Evaluations were made in several times of supplement supply. Results showed that, in the lab, this supplement, independently of supply level, decreases either diet palatability and/or attractiveness. The best lot uniformity was observed in the group fed with the higher supplement level during 48 days. On the other hand, at the fish farm, the negative effect of this product on food consumption was discrete and the best lot uniformity was observed with lower supplemental level offers during a shorter time. Thus, for a strategic use in fish farms, the level recommended is 1000 mg of supplement/kg diet during 37 days for Nile tilapia raised in net cages to improve growth performance and lot uniformity.

**Key words:** feed supplementation, yeast, net cage, probiotic, immunostimulant, growth.

## INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo possui cerca de um milhão de hectares de espelho d'água em represas de hidrelétricas. Segundo Kubo (2004) a ocupação de pequena parcela dessa lâmina d'água para criação de peixes em tanque-rede pode fazer com que São Paulo passe de importador à grande produtor de pescado. A estimativa do ano de 2004 era que existiam 2.500 dessas estruturas instaladas, com possibilidade de ampliação em curto prazo. Neste mesmo ano foram registrados mais de 30 novos processos de regularização de tanques-rede no Brasil (SINAU, 2006).

O sistema de criação de tilápias em tanques-rede caracteriza-se pelo confinamento em gaiolas flutuantes com elevada densidade de estocagem (80 a 150 kg/m<sup>3</sup>). Diversas espécies de peixes são satisfatórias para criação em tanques-rede, dentre as quais a tilápia do Nilo. Esta é tropical, oriunda da África central, tolera altas temperaturas, pode alimentar-se de plânctons e detritos e são resistentes à baixa qualidade da água (Masser, 1997).

No sistema de criação em tanques-rede, como na avicultura comercial, o lucro por unidade de produção (kg) é pequeno, de tal forma que qualquer melhora na produção ou na produtividade, mesmo que discreta, pode representar aumento considerável na margem de lucro para o produtor.

Outro entrave do sistema é a heterogeneidade do lote. Corrêa et al. (2003) destacam que ciclídeos como a tilápia, por seu hábito territorialista, apresentam fenômenos de estresse social e sua criação necessita cuidados para se manter a homogeneidade do lote. Quanto maior a diferença, maior o prejuízo na comercialização devido a peixes que não se desenvolvem (Hein et al., 2004).

Neste sentido estudos relacionados à nutrição são importantes assim como a pesquisa com os denominados prebióticos. Estas substâncias são seletivamente fermentadas por microrganismos benéficos da microflora gastrintestinal, o que reduz, por competição, a carga de bactérias indesejáveis do trato, favorecendo a saúde do animal e melhorando a absorção dos nutrientes da dieta (Roy e Gibson, 1999). Dentre estes, a levedura íntegra e seus derivados, como a levedura autolisada e componentes da parede celular, principalmente o  $\beta$ -glucano e o mananoligossacarídeo são amplamente avaliados como suplemento alimentar em dietas animais. O objetivo do uso da levedura íntegra é fornecer proteína de boa qualidade, vitaminas do complexo B e a ação aglutinante (Medri

et al., 2005; Lazzari et al., 2006). Já os componentes da parede celular agregam efeitos imunomoduladores e prebióticos à dieta (Welker et al., 2007, Jeney e Jeney, 2002).

Dietas suplementadas com sub-componentes da levedura,  $\beta$ -glucano e o mananoligossacarídeo, promovem meios de compensar os efeitos indesejáveis do estresse comuns na piscicultura (Welker et al., 2007). Estudos com o mananoligossacarídeo como prebiótico na dieta de peixes, são escassos. Em outras espécies animais sua eficiência no desempenho produtivo apresenta resultados contraditórios. Enquanto alguns relatos da utilização do MOS para papagaio (Medeiros et al. 2006), suínos (Chiquieri et al., 2007), perus (Zdunczyk et al., 2005) não demonstram efeitos benéficos do produto, outros apresentam resultados interessantes em ensaios com frangos de corte (Oliveira et al., 2007) e bezerros (Sandi & Mühlbach, 2001).

Por esses motivos este ensaio teve como objetivo determinar o nível e o tempo de administração adequada de suplemento constituído por 25% de mananoligossacarídeo e 30 % de  $\beta$ -glucano no desempenho produtivo e a homogeneidade do lote de tilápias *Oreochromis niloticus* criadas em tanques-rede e em condições de laboratório.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Peixes e delineamento experimental*

Foram realizados dois experimentos simultâneos, nos meses de inverno (junho a agosto), utilizando tilápias do Nilo jovens, com peso inicial de  $25,4 \pm 2,04$  g oriundas do mesmo lote. O primeiro foi realizado em condições de laboratório, em 16 caixas de 500 L, em sistema de recirculação de água, com temperatura controlada, instaladas no Pólo Regional do Noroeste Paulista – APTA/SAA, na densidade inicial de 35 peixes/caixa. Após 13 dias de alimentação a densidade foi reduzida para 20 peixes e depois de 36 dias, para 16 peixes para se manter a biomassa adequada ao sistema. O segundo experimento foi realizado na Piscicultura Escama Forte, em 12 tanques-rede de 2 x 2 x 1,5 m, com volume útil de 6 m<sup>3</sup>, na densidade de 2500 peixes por tanque, instalados no reservatório de Nova Avanhandava, córrego Arribada, afluente do rio Tietê, no município de Zacarias, SP (coordenadas geográficas: 21°3'7'' S; 50°3'3'' W).

Os dois experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, sendo testados 500, 1000 e 2000 mg de suplemento alimentar<sup>6</sup> contendo 25% mananoligossacarídeo e 30%  $\beta$ -glucano/kg de ração. O quarto

---

<sup>6</sup> Active mos® - Biorigin

tratamento foi constituído por peixes que não receberam ração suplementada. No experimento de laboratório foram utilizadas quatro repetições e no da piscicultura, por motivo de logística, três repetições.

### **Dieta**

A ração utilizada nos experimentos foi de formulação e processamento comerciais, de modo a atender as exigências da espécie estudada (tabela 1), contendo 40% de proteína bruta e extrusada no diâmetro de 2,6 mm. O suplemento foi incorporado à ração durante a segunda moagem, antes do processo de extrusão, de acordo com cada tratamento. A dieta foi oferecida *ad libitum*, evitando-se sobras.

Tabela 1 – Composição percentual básica das dietas experimentais

Ingrediente	%
Milho moído	8,46
Farelo de trigo	20,05
Farelo Soja	11,10
Glúten de milho	15,00
Quirera de arroz	12,00
Farinha de peixe	11,00
Farinha de vísceras de aves	15,00
NaCl	0,25
Vixil lignossulfonato - aglutinante	1,00
Farinha de penas	5,00
Suplemento vitamínico e mineral	1,00
Cloreto de colina 60%	0,05
LD Metionina	0,09
Composição Calculada	(%)
Proteína Bruta	40,00
Extrato Etéreo	5,00
Fibra Bruta	3,80
Energia (kcal/kg)	4160,40
Cinzas	8,44
Ca	1,8
P	1,28

Suplemento vitamínico e mineral (quantidade/kg de ração): 2.000,00 mg colina, 0,2374% sódio, 0,2709% cloro, 0,7186% potássio, 0,2463% magnésio, 0,4434% enxofre, 449,10 mg ferro, 31,88 mg cobre, 145,49 mg manganês, 365,33 mg zinco, 0,011 mg cobalto, 9,52 mg iodo, 0,912 mg selênio, 27.664,3 UI vitamina A, 5.962,81 UI vitamina D3, 350 mg vitamina E, 11,93 mg vitamina K3, 13,95 mg vitamina B1, 20,38 mg vitamina B2, 17,31 mg vitamina B6, 40,28 mcg vitamina B12, 263,79 mg niacina, 48,11

mg ácido pantotênico, 2,47 mg ácido fólico, 0,38 mg biotina, 400 mg vitamina C.

### ***Variáveis aquáticas***

No experimento de laboratório, a temperatura ( $24,73 \pm 0,88^{\circ}\text{C}$ ) e o oxigênio dissolvido ( $5,05 \pm 0,67 \text{ mg/L}$ ) foram determinados diariamente e a amônia (entre 0 e 0,25 mg/L) e o pH (7,5) semanalmente.

No local de inserção dos tanques-rede foram determinados diariamente a temperatura ( $22,1 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ ), o oxigênio dissolvido ( $7,19 \pm 1,28 \text{ mg/L}$ ), a saturação de oxigênio dissolvido ( $82,4 \pm 14,4\%$ ) e a transparência da água ( $7,72 \pm 0,53$ ). Amônia ( $80,75 \pm 74,84 \text{ } \mu\text{g/L}$ ), nitrito ( $1,30 \pm 1,01 \text{ } \mu\text{g/L}$ ) e nitrato ( $15 \pm 13,74 \text{ } \mu\text{g/L}$ ), semanalmente; mensalmente, foram determinados o pH ( $7,72 \pm 0,53$ ), material em suspensão ( $1,3 \pm 1,2 \text{ mg/L}$ ), nitrogênio total ( $0,51 \pm 0,34 \text{ mg/L}$ ), condutividade ( $170,7 \pm 5,6 \text{ } \mu\text{S/cm}$ ), fósforo total ( $15,5 \pm 15 \text{ } \mu\text{g/L}$ ) e clorofila ( $0,8 \pm 0,5 \text{ } \mu\text{g/L}$ ). As variáveis mantiveram-se dentro dos valores recomendados para a espécie em estudo (Sipaúba-Tavares, 1994).

### ***Desempenho produtivo***

No experimento de laboratório as biometrias foram realizadas imediatamente antes do início do ensaio e 13, 36 e 48 dias após o início da alimentação com as dietas teste. Para isso todos os peixes foram anestesiados com benzocaína, pesados e medidos individualmente. O consumo de ração foi determinado semanalmente. Na piscicultura, procedeu-se as biometrias no início do experimento, 37 e 58 depois. Para tanto, foram pesados 5% dos peixes de cada tanque, individualmente, totalizando 125 peixes por tanque. O ganho de peso (GP) e a taxa de crescimento específico (TCE) foram calculados com base no peso médio dos peixes de cada tanque para cada período estudado ou seja do primeiro dia ao 37º e do 38º ao 58º.

Os parâmetros de desempenho produtivo foram calculados de acordo com as equações:

$$\text{GP (g)} = \text{peso final} - \text{peso inicial}$$

$$\text{CA} = \text{GP} / \text{Consumo}$$

$$\text{TCE (\%)} = 100 \times (\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial}) / \text{n}^{\circ} \text{ de dias}$$

$$\text{FC} = [\text{peso} / (\text{comprimento total})^3] \times 100$$

### ***Homogeneidade do lote***

Para avaliação da homogeneidade do lote, calculou-se o desvio padrão e o coeficiente de variação de cada unidade experimental a cada biometria. Com os dados de peso individual, os peixes de cada unidade experimental, representada por cada caixa e tanque-rede, foram classificados (adaptado de Marques et al., 2003), a cada biometria, em três classes de peso, sendo:

$$\text{Pequeno} = (N-20\% / Nt) \times 100$$

$$\text{Grande} = (N+20\% / Nt) \times 100$$

$$\text{Médio} = (N\pm 20\% / Nt) \times 100$$

$N-20\%$  = número de peixes – 20% em torno da média da unidade experimental

$N+20\%$  = número de peixes + 20% em torno da média da unidade experimental

$N\pm 20\%$  = número de peixes dentro do intervalo de  $\pm 20\%$  em torno da média da unidade experimental

$Nt$  = número total de peixes em cada unidade experimental

### ***Análise Estatística***

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, considerando-se o esquema fatorial 4 x 3 ou 4 x 2, em que se testaram os quatro níveis de inclusão do suplemento em três ou dois tempos de avaliação, de acordo com cada experimento. Em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os dados que apresentaram resposta linear com a inclusão do suplemento foram submetidos à análise de regressão linear.

## **RESULTADOS**

### ***Experimento de laboratório***

Nos três períodos de avaliação houve influência do suplemento no consumo de ração e no fator de condição dos peixes (Tabela 2), de modo que, em todas as avaliações, os do grupo controle ingeriram maior quantidade de ração que os demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 2 - Análise de variância do desempenho produtivo de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento após 13, 36 e 48 dias de alimentação em laboratório.

		Variáveis					
		Peso (g)	GP (g/dia)	Consumo (g/dia)	FC	CA	TCE
13 dias	F para suplemento	0,14	1,49	11,25**	6,70 **	0,90	2,44
	CV (%)	7,16	11,85	8,15	12,60	12,39	13,17
36 dias	F para suplemento	0,82	2,95	12,83**	3,73**	1,19	1,32
	CV (%)	5,50	7,13	5,89	8,00	5,52	7,49
48 dias	F para suplemento	0,68	0,84	14,15**	5,59**	0,44	1,00
	CV (%)	5,77	16,36	4,82	14,90	15,27	14,88

\* p<0.05; \*\* p<0.01

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância > 0,05 e X<sup>2</sup> para normalidade (Shapiro Wiks) > 0,05

Tabela 3 - Comparação de médias do consumo de ração de tilápias do Nilo alimentadas com ração suplementada após 13, 36 e 48 dias em laboratório.

Suplementação	Consumo de ração (g/caixa)		
	13 dias	36 dias	48 dias
0	164,02 ± 4,06 <sup>a</sup>	364,82 ± 7,66 <sup>a</sup>	187,12 ± 3,73 <sup>a</sup>
500	145,47 ± 2,76 <sup>b</sup>	323,76 ± 5,32 <sup>b</sup>	168,68 ± 1,80 <sup>b</sup>
1000	140,70 ± 2,89 <sup>b</sup>	323,91 ± 2,05 <sup>b</sup>	170,88 ± 0,32 <sup>b</sup>
2000	138,80 ± 3,85 <sup>b</sup>	334,85 ± 5,08 <sup>b</sup>	172,82 ± 1,52 <sup>b</sup>

Nota: Letras iguais nas colunas: não há diferença significativa (Tukey p>0,05).

Com relação ao fator de condição (Tabela 4), na primeira avaliação, aos 13 dias de alimentação, os maiores valores foram encontrados nos peixes do grupo controle e nos que receberam 2000 mg do suplemento/kg de ração. Na segunda avaliação (36 dias), o controle se mostrou superior aos grupos que receberam o suplemento, independentemente do nível oferecido. Na terceira e primeira avaliações, com 48 e 13 dias de alimentação, o grupo

alimentado com 2000 mg do produto/kg de ração apresentou maior fator de condição que os demais tratamentos.

Tabela 4 - Comparação de médias do fator de condição de tilápias do Nilo alimentadas com ração suplementada após 13, 36 e 48 dias em laboratório.

Suplementação	Fator de Condição		
	13 dias	36 dias	48 dias
0	1,73 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,75 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,74 ± 0,02 <sup>ab</sup>
500	1,68 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,71 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,66 ± 0,02 <sup>c</sup>
1000	1,67 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,68 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,67 ± 0,02 <sup>bc</sup>
2000	1,74 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,70 ± 0,01 <sup>b</sup>	1,82 ± 0,05 <sup>a</sup>

Nota: Letras iguais nas colunas: não há diferença significativa (Tukey  $p > 0,05$ ).

Apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos (ANOVA,  $p > 0,05$ ) pelo elevado coeficiente de variação, a taxa de crescimento específico (TCE) e o ganho de peso (GP) apresentaram correlação linear negativa ( $p < 0,05$ ) com os níveis de suplemento (Figura 1).

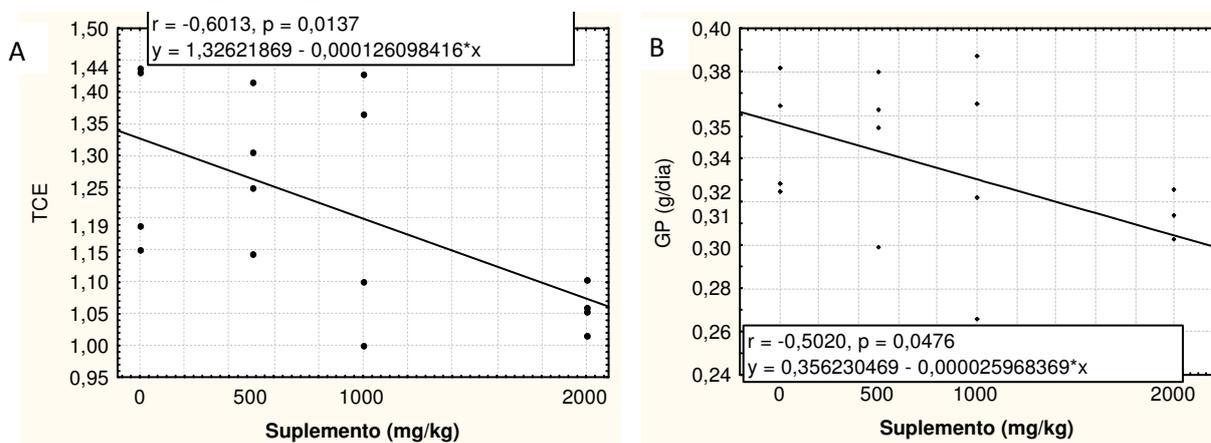


Figura 1 – Análise de regressão linear do nível de administração do suplemento com A - taxa de crescimento específico (TCE) e com B - ganho de peso (GP) de tilápias do Nilo alimentadas com o suplemento durante 13 dias

Com relação à homogeneidade do lote (Tabela 5), a suplementação alterou o coeficiente de variação (CV) das unidades experimentais, sendo que o grupo alimentado

com 2000 mg do produto por kg de ração apresentou menor coeficiente de variação que o grupo que recebeu 1000 mg/kg de ração (Figura 2).

Verificou-se ainda que, quando os peixes das unidades experimentais foram divididos em classes de peso (pequenos, médios e grandes), houve interação significativa entre o nível do suplemento administrado e o tempo de administração para peixes pequenos e médios (Tabela 6). Aos 48 dias de suplementação o grupo alimentado com 2000 mg do suplemento/kg de ração apresentou menor número de peixes pequenos e maior número de peixes médios (Figura 3).

Tabela 5 - Análise de variância do peso e parâmetros de homogeneidade do lote de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis do suplemento após 13, 36 e 48 dias em laboratório.

Estatística	Variável		
	Peso (g)	Desvio Padrão (g)	Coefficiente de Variação (%)
F para suplemento	1,28	2,43	3,15*
F para Tempo	44,7**	9,24**	80,99**
Interação suplemento x Tempo	0,29	0,27	0,17 <sup>ns</sup>
CV (%)	28,25	16,89	30,17

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância  $> 0.05$  e  $X^2$  para normalidade (Shapiro Wiks)  $> 0.05$

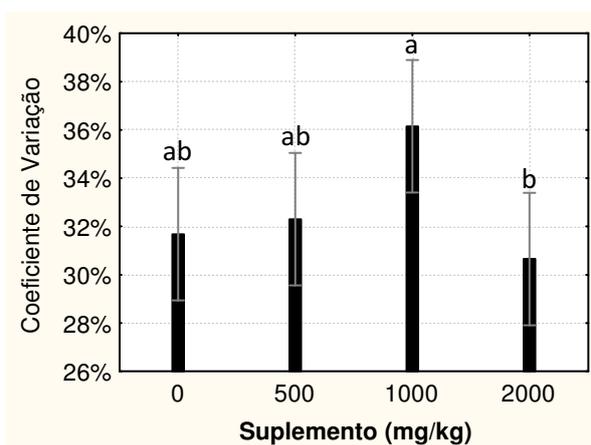


Figura 2 – Comparação de médias do coeficiente de variação de tilápias do Nilo alimentadas com quatro diferentes níveis do suplemento em laboratório. Nota: Letras iguais não há diferença significativa (Tukey  $p > 0,05$ ).

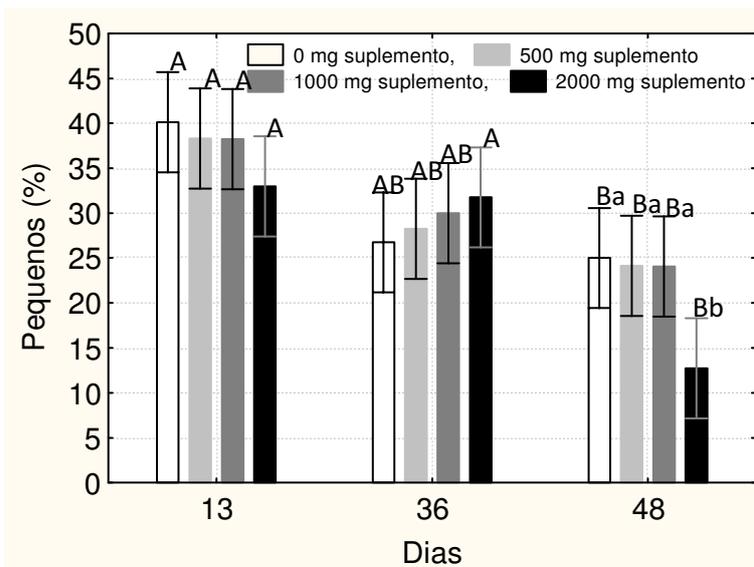
Tabela 6 - Análise de variância das classes de peso de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis do suplemento após 13, 36 e 48 dias em laboratório.

Estatística	Variável		
	Pequenos	Médios	Grandes
F para suplemento	2,23 <sup>NS</sup>	2,78 <sup>NS</sup>	0,44 <sup>NS</sup>
F para Tempo	33,56**	41,15**	8,22**
Interação suplemento x Tempo	2,99*	3,5**	2,85 <sup>NS</sup>
CV (%)	33,45	36,43	35,31

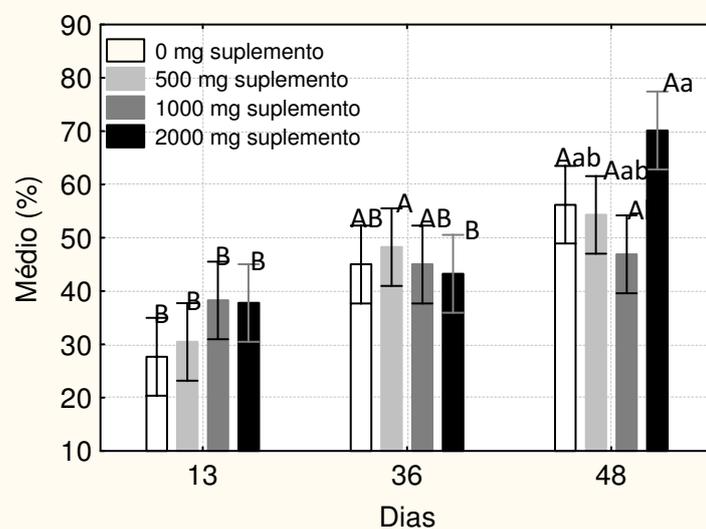
\* p<0.05; \*\* p<0.01

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância > 0.05 e X<sup>2</sup> para normalidade (Shapiro Wiks) > 0.05

A



B



C

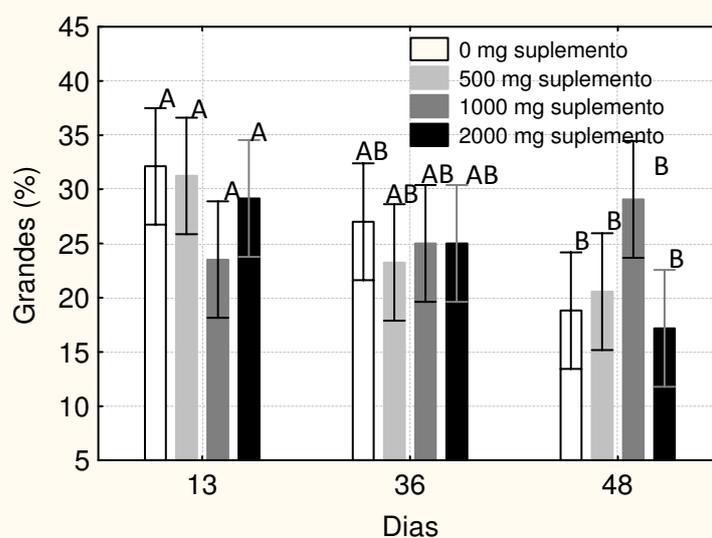


Figura 3 – Comparação de médias da percentagem de tilápias do Nilo em três classes de peso (pequena, média e grande) alimentadas com diferentes níveis do suplemento após 13, 36 e 48 dias em laboratório. Nota: Letras iguais não há diferença significativa (Tukey  $p > 0,05$ ). Letras minúsculas comparam níveis do suplemento dentro de cada tempo e letras maiúsculas comparam tempos

### ***Experimento em piscicultura***

A análise dos resultados da biometria individual dos peixes demonstra que houve interação entre o nível do suplemento administrado e o tempo de administração para ganho de peso e consumo de ração (Tabela 7). Aos 37 dias de avaliação os grupos que receberam as duas maiores concentrações do suplemento apresentaram maior ganho de peso (GP) que o grupo que recebeu 500 mg de suplemento/kg de ração (Figura 4).

Aos 58 dias o grupo alimentado com 1000 mg de suplemento/kg de ração apresentou menor consumo de ração que o controle e o alimentado com 2000 mg do suplemento (Fig.5).

Tabela 7 - Análise de variância do ganho de peso (GP), da taxa de crescimento específico (TCE), coeficiente de variação (CV) desvio padrão (DP) do peso de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento, em dois tempos de avaliação em piscicultura.

Estatística	Variável			
	GP (g/peixe)	TCE (% / dia)	Consumo (kg/tanque)	Mortalidade
F para suplemento	1,51	1,58	6,20**	0,16
F para tempo	6,99*	353,71**	552,4**	
Interação suplemento x tempo	2,61*	2,18	3,35*	
CV (%)	19,29	63,39	31,22	99,8

\* p<0.05; \*\* p<0.01

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância > 0,05 e X<sup>2</sup> para normalidade (Shapiro Wiks) > 0,05

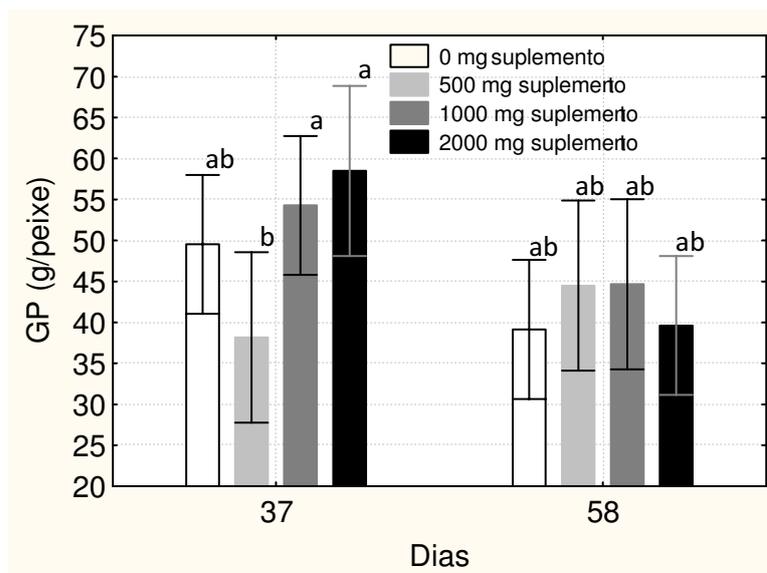


Figura 4 - Comparação de médias do ganho de peso (GP) de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis suplemento alimentar, avaliadas aos 37 e 58 dias em piscicultura. As colunas representam a média de cada grupo e as barras verticais, o desvio padrão. Letras iguais: não há diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre as médias comparadas.

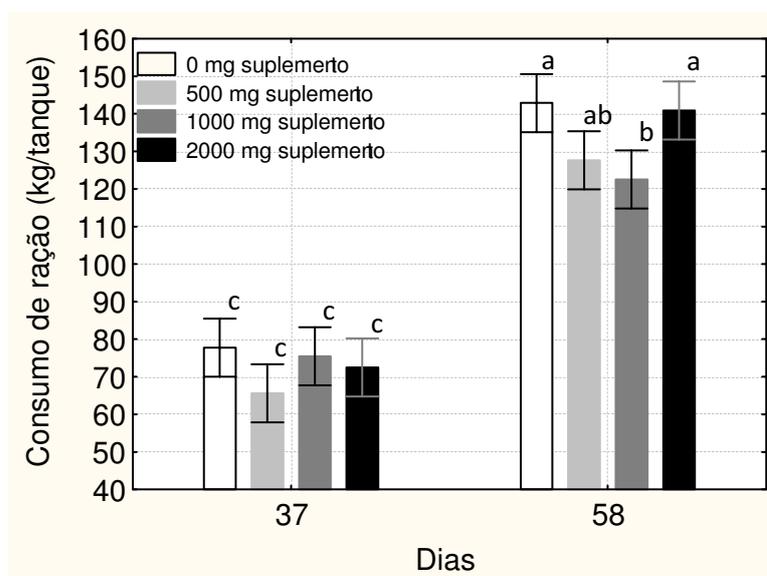


Figura 5 - Comparação de médias do consumo de ração de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento alimentar aos 37 e 58 dias em piscicultura. As colunas representam a média de cada grupo e as barras verticais, o desvio padrão. Letras iguais: não há diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre as médias comparadas.

Com relação à homogeneidade do lote verificou-se interação significativa entre o nível do suplemento administrado e o tempo de administração para classes de peso dos peixes (Tabela 8). Aos 37 dias de ensaio o grupo alimentado com 1000 mg do suplemento/kg de ração apresentou maior número de peixes médios em ralação aos demais

tratamentos (Figura 6 – A). Nesta mesma avaliação, verificou-se menor número de peixes grandes no grupo que recebeu 1000 mg do suplemento, seguido pelo controle, posteriormente pelo suplemento com 2000 mg e pelo alimentado com 500 mg do produto, respectivamente (Figura 6 – B). Independentemente do tempo de avaliação, o grupo de peixes que recebeu 2000 mg do suplemento /kg de ração apresentou maior número de peixes pequenos que o suplementado com 1000 mg do produto (Figura 6 – C).

Tabela 8 - Análise de variância das classes de peso de Tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento em dois tempos de avaliação.

Estatística	Variável		
	Pequenos	Médios	Grandes
F para suplemento	3,85*	6,86**	3,98*
F para Tempo	3,09*	0,11	2,14
Interação suplemento x Tempo	0,62	1,86*	3,80*
CV (%)	14,68	23,05	14,59

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância  $> 0.05$  e  $X^2$  para normalidade (Shapiro Wiks)  $> 0.05$

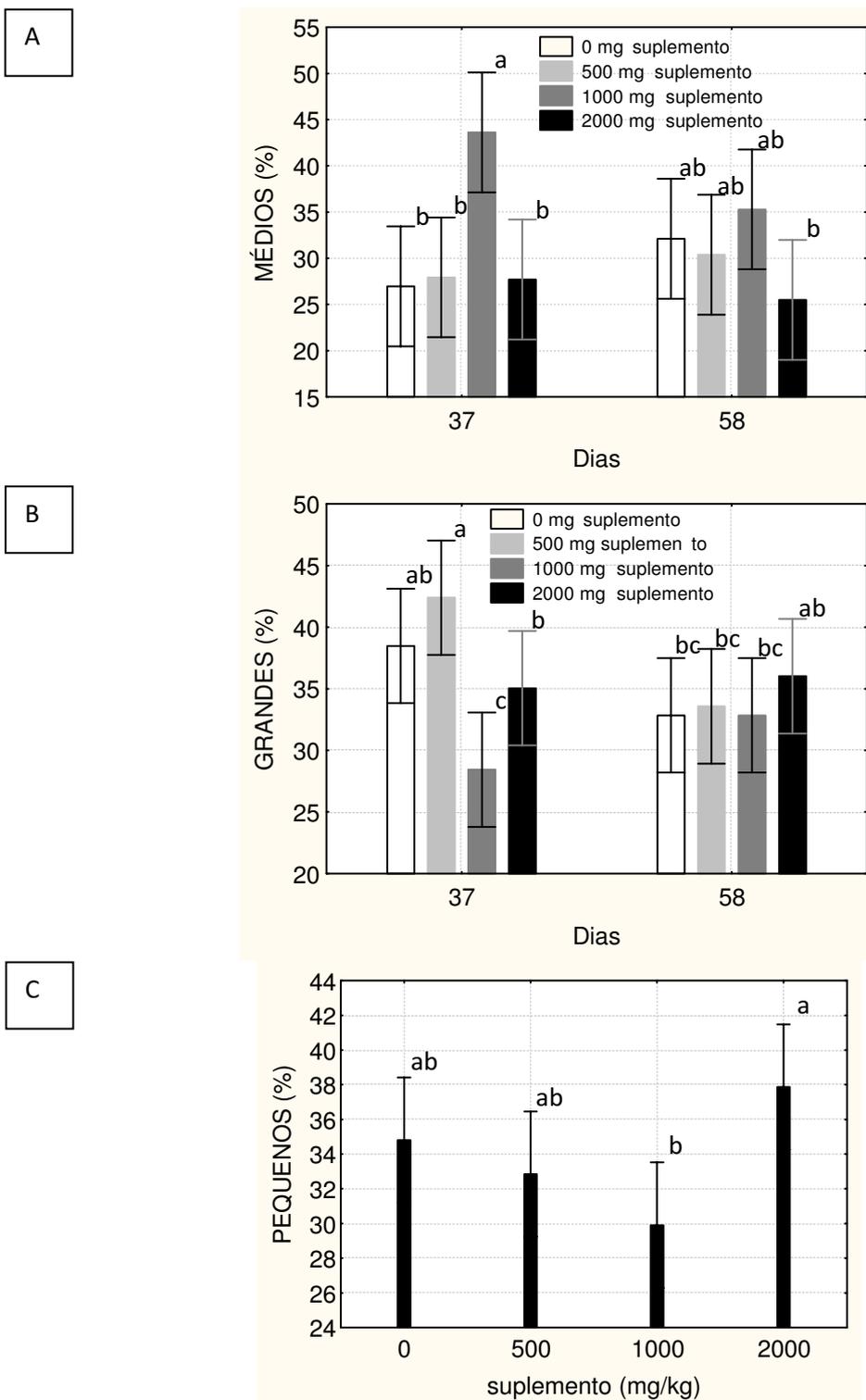


Figura 6 – Experimento em piscicultura: A e B - Comparação de médias da percentagem de tilápias do Nilo grandes e médias alimentadas com diferentes níveis do suplemento em dois tempos de avaliação. C – Comparação de médias da percentagem de tilápias do Nilo pequenas alimentadas com diferentes níveis do suplemento alimentar durante o período experimental. As colunas representam a média de cada grupo e as barras verticais, o desvio padrão. Letras iguais: não há diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) entre as médias comparadas.

## DISCUSSÃO

No experimento de laboratório foi possível observar que o produto, independentemente do nível oferecido, alterou de forma negativa a palatabilidade e/ou atratividade da ração nas condições em que o ensaio foi conduzido, com baixa densidade de estocagem e recebendo ração à vontade, o que reduz a competição pelo alimento.

Pereira-da-Silva e Pezzato (2000) compararam as respostas da tilápia do Nilo à palatabilidade e atratividade de 14 ingredientes de ração e classificaram a levedura de cana de açúcar como alimento de média atrato-palatabilidade. A levedura possui peptídeos, aminoácidos, ácidos glutâmicos e aspártico que conferem boa palatabilidade para os peixes (Adams et al., 1988). Entretanto a redução no consumo de ração pelos grupos que receberam suplemento pode ser explicada pelo processo de extração dos suplementos mananoligossacarídeo e  $\beta$ -glucano da levedura, que pode eliminar estes os elementos atrativos. A inclusão da levedura autolisada aumentou o consumo de ração pela tilápia do Nilo, mas este comportamento não ocorreu quando apenas a parede celular foi utilizada, confirmando os resultados de Pezzato et al. (2006). Em trutas *Oncorhynchus mykiss* verificou-se redução no consumo de dietas com a adição de “solúveis de destilaria”. Como o produto é submetido a severo processamento térmico durante a preparação da dieta, incluindo a secagem e extrusão, em que a temperatura alcança 116°C e a pressão, 350 a 510 psi, pode ocorrer destruição ou alteração de aminoácidos envolvidos na estimulação do paladar (Thiessen et al., 2003).

Em condições de laboratório, o efeito negativo do aditivo no desempenho dos peixes pode estar relacionado à redução da ingestão. Por outro lado, alguns autores atribuem efeitos prejudiciais aos polissacarídeos não amiláceos (PNA) sobre a digestibilidade dos nutrientes da ração. Segundo Santos Jr et al. (2004), os PNA são carboidratos que aumentam a viscosidade das dietas por se ligar a grandes quantidades de água formando um gel que diminui a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas e impede suas interações com a mucosa intestinal (Choct, 2001), comprometendo a digestão e absorção de nutrientes. No entanto, esta reação pode não ter ocorrido, pois, em estudo complementar realizado com o mesmo suplemento, foi verificado que a suplementação melhorou a digestibilidade da proteína da ração para tilápias do Nilo (Garcia, 2008, resultados deste laboratório não publicados).

As dietas à base de grãos de cereais como milho, trigo e cevada e de oleaginosas como grãos e farelo de soja, presentes neste estudo, são ricas em PNA (10 a 25 g/kg MS)

com várias ligações 1-3, 1-4- $\alpha$ -D-glucano (1 a 8 g/kg MS) (García et al., 2003; Józefiak et al., 2004). Considerando que esses são suplementos indigeríveis, mas potencialmente fermentáveis pela microbiota intestinal, supõe-se que a falta de resposta em relação à adição de determinado prebiótico pode estar vinculada ao efeito diluidor dos PNAs derivados dos próprios ingredientes. Os níveis destes suplementos nos grãos e nos seus subprodutos (trigo, milho, farelo de trigo, farelo de aveia, farelo de soja) podem ser superiores aos adicionados na dieta como prebióticos (Silva e Nörnberg, 2003). Macfarlane & Cummings (1999) destacam que o excesso no consumo de determinado suplemento de reconhecida ação prebiótica pode causar desequilíbrio nas populações microbianas prejudicando a saúde e o desempenho animal. Desta maneira, existe a possibilidade de que a adição do suplemento possa ter elevado a concentração desses polissacarídeos em níveis excessivos e prejudiciais à espécie nas condições que se encontrava, já que 66,6% dos ingredientes da ração utilizada eram produtos de origem vegetal.

Entretanto, em condições reais de campo, no experimento realizado em piscicultura, a suplementação com os maiores níveis do suplemento por 37 dias aumentou o ganho de peso dos peixes, o que sugere que o nível de estresse do animal pode estar relacionado à resposta biológica obtida pela adição de prebióticos à dieta. Segundo Moran (2004) o mananoligossacarídeo (MOS) é considerado prebiótico por melhorar a utilização de nutrientes da dieta, pois atua na redução da carga de bactérias intestinais indesejáveis e aumenta a área de absorção da mucosa. A redução destas bactérias diminui a competição por nutrientes entre a microbiota intestinal e o hospedeiro (Ferket et al., 2002). Em estudo complementar a este (Garcia, 2008, resultados deste laboratório não publicados), verificou-se redução na profundidade de cripta, com otimização da superfície de absorção intestinal em tilápias do Nilo criadas em tanques-rede alimentadas durante 37 dias com 500, 1000 e 2000 mg do mesmo suplemento por kg de ração, com conseqüente melhora na digestibilidade da proteína da ração, justificando este incremento no desempenho produtivo dos peixes que receberam a suplementação.

Em condições não estressantes, como verificada no experimento conduzido em laboratório, supõe-se que a microbiota intestinal esteja em condição de equilíbrio, ou seja, com ou sem o fornecimento de prebióticos as respostas obtidas serão semelhantes. No entanto, quando em condição de estresse (ventilação deficiente, superpopulação, variações ambientais bruscas, troca de dieta, presença de patógenos), o efeito benéfico do fornecimento de prebióticos sobre a resposta biológica é evidenciado (Mathew et al., 1993; Mosenthin e Bauer, 2000).

Com relação à heterogeneidade do lote, esta se deve ao comportamento hierárquico da espécie. Ciclídeos, como a tilápia, apresentam comportamento territorialista e sua criação necessita maiores cuidados para se manter a homogeneidade do lote. Quanto maior a diferença, maior o prejuízo na comercialização devido à presença de peixes pequenos (Hein et al., 2004).

No presente estudo, em ambos os experimentos os resultados sugerem que houve interação entre o nível de suplemento alimentar oferecido e o tempo de administração, de maneira que, em laboratório, a melhora na uniformidade do lote ocorreu com 48 dias de suplementação, no grupo alimentado com a maior concentração do suplemento (2000 mg/kg), enquanto nos tanques-rede, a suplementação com o nível intermediário (1000 mg/kg) durante 37 dias resultou em maior número de peixes médios.

Diversos autores procuram explicar as causas da heterogeneidade dos lotes em peixes territorialistas. Fox et al. (1997) sugerem que o sinal de cortisol poderia induzir a alterações na produção do hormônio de crescimento GnRH, o que explicaria a diferença entre os indivíduos dominantes e subordinados. A elevada concentração de cortisol em peixes subordinados seria atribuída ao estresse de aglomeração (Vijayan e Leatherland, 1990) ou estado de saúde precário. Em complemento a essas afirmações, em geral, os peixes dominantes monopolizam o alimento e o consomem primeiro (MacLean e Metcalfe, 2001), assim como pode ocorrer a formação de zonas de alimentação, as quais são defendidas pelos peixes dominantes, impedindo que os subordinados se alimentem aumentando a heterogeneidade do lote (Huntingford e Leaniz, 1997). Há ainda a hipótese de que a resposta crônica de estresse prejudica o crescimento, devido à mobilização de energia pelas alterações fisiológicas provocadas pela resposta de estresse (Kebus et al., 1992).

Independentemente dos mecanismos envolvidos nas causas da heterogeneidade do lote, todos eles estão relacionados a conseqüências do estresse e alguns estudos demonstram que o glucano pode prevenir seus efeitos nocivos (Palic et al., 2006; Jeney et al., 1997; Welker et al., 2007), apesar de ainda não se conhecer os mecanismos pelos quais o produto interfere nesta resposta. Desta forma, os resultados do presente estudo corroboram esta afirmação, pois a melhora na homogeneidade do lote ocasionada pela suplementação, em ambos os experimentos, pode ser considerada como reflexo da redução dos efeitos nocivos do estresse.

Neste estudo foi possível observar a diferença nas respostas das tilápias ao suplemento quando testado em ambiente controlado de laboratório e a campo em

condições reais de criação. Embora tenha havido resposta positiva em ambos, o nível e o tempo de administração adequada variaram, dependendo da situação em que o experimento foi desenvolvido. A necessidade de maior quantidade do suplemento por um tempo maior de administração em laboratório se deve, provavelmente, à menor ingestão do suplemento nesta condição, quando comparado ao experimento executado na piscicultura. Como verificado por Falcon (2007), o  $\beta$ -glucano pode ser considerado um suplemento benéfico à saúde do peixe somente quando administrado na concentração adequada e, por um tempo de administração correto. Este fato demonstra a importância da execução de experimentos de campo para se determinar nível e tempo de administração, tanto de suplementos alimentares quanto, possivelmente, de nutrientes propriamente ditos, pois como demonstrado, a exigência destas substâncias varia com a condição de criação que o peixe está submetido.

## CONCLUSÃO

Desta forma, por tratar-se de suplemento de uso estratégico em piscicultura que incrementa o padrão de saúde do animal, com reflexo desejado no desempenho produtivo e uniformidade do lote, com base nos resultados obtidos e nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos, sugere-se a utilização de 1000 mg de suplemento/kg de ração durante 37 dias na criação de tilápias em tanques-rede.

## AGRADECIMENTOS

Ao Marcelo C. Carneiro e Flávio Daólio Gonçalvez da Fri-ribe Indústria de Rações, à Ana Paula Curiacos Urtado – BIORIGIN pelo apoio técnico e científico e ao Marcos Nakamura, André Camargo e Rogério, proprietários da Piscicultura Escama Forte, onde o experimento foi conduzido pelo apoio e incentivo constantes na execução dos experimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>7</sup>

ADAMS, M.A; JOHNSEN, P.B.; ZHOU, H.G. Chemical enhancement of feeding for the herbivorous fish *Tilapia zillii*. **Aquaculture**, v.72, p.95-107, 1988.

CHIQUIERI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L.; CARVALHO, E.C.Q.; COSTA, A.P.D. Bioquímica sangüínea e altura das vilosidades intestinais de suínos

---

<sup>7</sup> Referencias de acordo com ABNT, 2007

alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.2, p. 97-104, 2007.

CHOCT, M. Enzyme supplementation of poultry diets based on viscous cereals. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) **Enzymes in farm animal nutrition**. Oxfordshire: Cab Publishing, 2001. 406p.

CORRÊA, S.A.; FERNANDES, M.O.; ISEKI, K.K.; NEGRÃO, J.A. Effect of the establishment of dominance relationships on cortisol and other metabolic parameters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Brasilian Journal of Medical and Biological Research**, v.36, p.1725-1731, 2003.

FALCON, D.R.  **$\beta$ -Glucano e vitamina C no desempenho produtivo e parâmetros fisiopatológicos em juvenil de tilápia do Nilo: nível de suplementação e tempo de administração**. 2007. 158f. Tese (Doutorado em Aquicultura). Centro de Aquicultura - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brasil.

FERKET, P.R.; PARKS, C.W.; GRIMES, J.L. Benefits of dietary antibiotic and mannanoligosaccharide supplementation for poultry. In: MULTI-STATE POULTRY FEEDING AND NUTRITION CONFERENCE, 2002, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: University of Illinois, 2002. 22p.

FOX, H.E.; WHITE, S.A.; KAO, M.H.F.; FERNALD, R.D. Stress and Dominance in a Social Fish. **The Journal of Neuroscience**, v.17, n.16, p.6463–6469, 1997.

GARCÍA, M.C.; CARRILLO, G.R.R.; MARTÍNEZ, A.P. et al. Disponibilidad del fósforo de la pasta de soya y sorgo-gluten de maíz, adicionadas con fitasa en pollos de engorda en iniciación. **Técnica Pecuária de México**, v.41, n.3, p.295- 306, 2003.

HEIN, G.; PARIZOTTO, M.L.V.; BRIANESE, R.H. **Tilápia, referência modular para o oeste do Paraná**. Agricultor familiar, semi-intensivo, tanques escavados - Uma atividade que agrega renda à propriedade em áreas marginais. EMATER, Toledo. 2004. 27 p.

HUNTINGFORD, F. A.; LEANIZ, C. G. de. Social dominance, prior residence and acquisition of profitable feeding sites in juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, v. 51, n. 5, p. 1009-1014, 1997.

JENEY, G.; GALEOTTI, M.; VOLPATTI, D.; JENEY, Z.; ANDERSON, D.P. Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. **Aquaculture**, v.154, p.1-15, 1997.

JENEY, G.; JENEY, Z. Application of immunostimulants for modulation of the non-specific defense mechanisms in sturgeon hybrid: *Acipenser ruthenus* x *A. baerii*. **Journal of Applied Ichthyology**, v.18, p.416–419, 2002.

- JÓZEFIAK, D.; RUTKOWSKI, A.; MARTIN, S.A. Carbohydrate fermentation in the avian ceca: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.1, p.1-15, 2004.
- KEBUS, M.J.; COLLINS, M.T.; BROWNFIELD, M.S.; AMUNDSON, C.H.; KAYES, T.B.; MALISON, J.A. Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. **Journal of Aquatic Animal Health**. v.4, p.1-6, 1992.
- KUBO, E. **Tanque-rede é opção para produção continental de peixes**. p.1-3, 2004. In: [www.pesca.sp.gov.br/textos\\_tecnicos.php](http://www.pesca.sp.gov.br/textos_tecnicos.php)
- LAZZARI, R.; RADÜNZ NETO, J.; EMANUELLI, T.; PEDRON, F.A.; COSTA, M.L.; LOSEKANN, M.E.; CORREIA, V.; BOCHI, V.C. Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.240-246, 2006.
- MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **BMJ**, London, v.18, p.999-1003, 1999.
- MacLEAN, A.; METCALFE, N. B. Social status, access to food, and compensatory growth in the juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, London, v. 58, n. 5, p. 1331-1346, 2001.
- MARQUES, N.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; SOARES, T. Níveis Diários de Arraçamento para Alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*, L.) Cultivados em Baixas Temperaturas. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v.24, p.97-104, 2003.
- MASSER, M.P. Cage Culture – Species Suitable for Cage Culture. **SRAC Publication**, n.163, p.1-4, 1997.
- MATHEW, A.G. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, n.6, p.1503-1509, 1993.
- MEDEIROS, L.B.; CARRIJO, A.S.; NEGRINI, J.M.; ONSELEN, V.J.V. Utilização de prebiótico na alimentação de filhotes de papagaio verdadeiro (*Amazona aestiva*) em processo de reabilitação. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.3, p. 62-68, 2006.
- MEDRI, V.; MEDRI, W.; CAETANO FILHO, M. Desempenho de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com diferentes níveis de proteínas de levedura de destilaria em tanques-rede. **Acta Scientiarum**. v.27, n.2, p. 221-227, 2005.
- MORAN, C.A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannan. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. p.280-296.

- MOSENTHIN, R.; BAUER, E. The potential use of prebiotics in pig nutrition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION, 2000, Seoul. **Proceedings...** Seoul : Seoul National University, 2000. p.515-528.
- OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L.C.; GRAVENA, R.A.; RIZZO, P.V.; MORALES, VMB. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.825-831, 2007.
- PALIC, D.; ANDERSEN, C.B.; HEROLTC, D.M.; MENZELD, B.W.; ROTH, J.A. Immunomodulatory effects of b-glucan on neutrophil function in fathead minnows (*Pimephales promelas* Rafinesque, 1820). **Developmental and Comparative Immunology**. v.30, p.817–830, 2006.
- PEREIRA-DA-SILVA, E.M.; PEZZATO, L.E. Respostas da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1273-1280, 2000.
- PEZZATO, L.E.; MENEZES, A.; BARROS, M.M., GUIMARÃES, I.G.; SCHICH, D. Levedura em dietas para alevinos de Tilápia do Nilo. **Veterinária e Zootecnia**. v.13, n.1, p.84-94, 2006.
- ROY, M.; GIBSON, G.R. **Probiotics and prebiotics**. Capturado em 21 de novembro de 1999. Online. Disponível na internet [http:// www.babelfish.altavista.com/cgi-bm](http://www.babelfish.altavista.com/cgi-bm).
- SANDI, D.; MÜHLBACH, P.R.F. Desempenho de bezerros da raça Holandesa com desaleitamento aos 28 ou 56 dias de idade, com ou sem aditivo à base de oligossacarídeo de manana. **Ciência Rural**. v.31, n.3, p.487-490, 2001
- SANTOS JR., A.A.; FERKET, P.R.; GRIMES, J.L. et al. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.1, p.33-45, 2004.
- SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003.
- SINAU – Sistema de Informação das Autorizações de Uso das Águas de Domínio da União para fins de Aqüicultura. Online Disponível na internet: [http://200.198.202.145/seap/sinau\\_web/html2/resultados.html](http://200.198.202.145/seap/sinau_web/html2/resultados.html)
- SIPAUBA-TAVARES, L.H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Boletim Técnico nº 1. Editora Funep, Jaboticabal, SP. 1994, 70p.

THIESSEN, D.L.; CAMPBELL, G.L.; TYLER, R.T. Utilization of thin distillers' solubles as a palatability enhancer in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets containing canola meal or air-classified pea protein. **Aquaculture Nutrition**. v.9, p.1-10, 2003.

VIJAYAN, M.M.; LEATHERLAND, J.F. High stocking density affects cortisol secretion and tissue distribution in brook charr, *Salvelinus fontinalis*. **Journal of Endocrinology**. v.124, p.311–318, 1990.

WELKER, T.L.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; SHELBY, R.; KLESIOUS, P.H. Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing commercial whole cell yeast or yeast subcomponents. **Journal of the Aquaculture Society**. v.38, n.1, p.24-32, 2007.

ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; JANKOWSKI, J.; BIEDRZYCKA, E.; KONCICKI, A. Metabolic Response of the Gastrointestinal Tract of Turkeys to Diets with Different Levels of Mannan-Oligosaccharide. **Poultry Science**. v.84, p.903–909, 2005.

## CAPÍTULO IV

### **Morfometria de estruturas intestinais e digestibilidade dos nutrientes de tilápias do Nilo alimentadas com dieta suplementada com mananoligossacarídeo e $\beta$ -glucano**

Fabiana Garcia<sup>\*1,2</sup>, Eduardo M. Onaka<sup>3</sup>, Fernando S. da Fonseca<sup>3</sup>, Eduardo G. Abimorad<sup>1</sup>, Sérgio H. C. Schalch<sup>1</sup>, Thiago H. Fabregat<sup>2</sup>, Flávio R. de Moraes<sup>2,4</sup>.

<sup>1</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA –Pólo Regional do Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Centro de Aqüicultura da Unesp (CAUNESP), Jaboticabal, SP

<sup>3</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA – Centro de Pesquisa avançada do Pescado Continental, Instituto de Pesca – Mirassol, SP

<sup>4</sup> Departamento de Patologia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp, Jaboticabal, SP, Via Prof. Paulo Donato Castellane, km 5. fruas@fcav.unesp.br

---

\* Pesquisadora Científica I - APTA – Pólo Noroeste Paulista - Votuporanga

Estrada municipal Votuporanga – Floreal km 4+6 (terra) caixa postal 61, Votuporanga, SP.

Fone/Fax: (17) 3422-2296

e-mail: fgarcia@apta.sp.gov.br

**Resumo** - O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da suplementação alimentar com mananoligossacarídeo e  $\beta$ -glucano sobre vilosidades e criptas intestinais e digestibilidade de nutrientes da dieta de tilápias *Oreochromis niloticus*. Foram realizados dois experimentos com tilápias do Nilo jovens ( $25,4 \pm 2,04$  g), sendo o experimento I em caixas de 500 L, em sistema de recirculação de água e ambiente controlado e o experimento II em tanques-rede, em situação real de criação. Foram testados quatro níveis de suplemento alimentar na forma de um composto contendo 25% mananoligossacarídeo e 30%  $\beta$ -glucano (0, 500, 1000 e 2000 mg do composto/kg de ração) após 36 e 48 dias de alimentação. Avaliou-se a morfometria de vilosidades e criptas intestinais e o coeficiente de digestibilidade de proteína bruta e energia bruta. No sistema de criação intensivo em tanques-rede, a suplementação alimentar com o composto, em todas as concentrações testadas, por 36 dias, teve efeito prebiótico, reduzindo a profundidade de cripta, com a otimização da superfície de absorção intestinal representada pelo epitélio das vilosidades e com conseqüente melhora nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta nos peixes que receberam o suplemento. Desta forma, a suplementação com 500 mg do suplemento/kg de ração durante 36 dias pode ser recomendada para melhorar o aproveitamento da proteína da dieta.

**Palavras – chave:** vilosidades intestinais, levedura, *Oreochromis niloticus*, prebiótico, digestibilidade

**Abstract** - The aim of this work was to evaluate the effect of mannan oligosaccharide and  $\beta$ -glucan on feed supplementation to Nile tilapia intestine morphology and diet nutrient digestibility. Were carried out two experiments with juveniles tilapia ( $25,4 \pm 2,04$  g), so that the first one was run in 500 L tanks, on a water recirculation system and controlled environment and the second one in net cages, on a real raising situation. The supplement tested contains 25% of mannan oligosaccharide and 30% of  $\beta$ -glucan. Four supplement levels were tested: 0, 500, 1000 e 2000 mg of supplement/kg diet during 36 and 48 days. In the second experiment, this feed supplementation, in all tested levels during 36 days, reduced crypt depth. Crude protein digestibility coefficient was improved on fish group that received the supplement, suggesting the benefit on food utilization.

**Keywords:** intestine villus, yeast, *Oreochromis niloticus*, prebiotic, digestibility intestine

## INTRODUÇÃO

A persistente meta da aquicultura é maximizar a eficiência de produção para otimizar a rentabilidade. A criação em tanques-rede é uma das maneiras de intensificar a produção, aumentando sua eficiência, mas também acarreta maior susceptibilidade às doenças. Da necessidade de estratégias alternativas de controle de enfermidades, tem-se desenvolvido suplementos alimentares estratégicos para promover a saúde do peixe (Gatlin III et al., 2006). Os prebióticos são ingredientes alimentares não digeríveis que possuem efeitos benéficos ao hospedeiro por estimular o crescimento e/ou a atividade de bactérias benéficas do trato gastrointestinal (Gibson e Roberfroid, 1995), com otimização da superfície de absorção intestinal (Silva e Nörnberg, 2003).

Quase 75% do peso seco da parede celular das leveduras é composto por polissacarídeos considerados prebióticos, sendo os principais os mananoligossacarídeos (MOS) e os  $\beta$ -glucanos (Kogan e Kocher, 2007).

Mananoligossacarídeos (MOS) são carboidratos complexos derivados da parede celular de leveduras que contêm manose como o primeiro elemento carboidrato. Estudos com este suplemento em dietas para peixes são escassos. Pryor et al. (2003) avaliaram a suplementação com MOS em dietas para esturjão do Golfo *Acipenser oxyrinchus* no desempenho produtivo e a morfologia do trato digestório e não encontraram diferença significativa nos resultados. Por outro lado, Salze et al. (2008) observaram que larvas de cobia *Rachycentron canadum* alimentadas com dietas suplementadas com MOS apresentaram vilos intestinais mais altos do que as que não receberam ração suplementada.

Os  $\beta$ -glucanos constituem 50 a 60% do total de polissacarídeos da parede celular das leveduras e pertencem à classe das substâncias modificadoras das respostas biológicas (Bohn e BeMiller, 1995).

Assim, com base nessas informações, este estudo avaliou a morfometria de vilosidades e criptas intestinais e a digestibilidade da proteína bruta e extrato etéreo de tilápias *Oreochromis niloticus* criadas em tanques-rede e em laboratório, alimentadas com rações contendo diferentes níveis de suplementação alimentar com composto que contém mananoligossacarídeos (MOS) e  $\beta$ -glucanos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Dieta*

A ração utilizada foi formulada de modo a atender as exigências da espécie estudada (Tabela 1), contendo 40% de proteína bruta e extrusada no diâmetro de 2,6 mm. O suplemento testado foi incorporado à ração durante a segunda moagem do processamento, de acordo com cada tratamento.

Tabela 1 – Composição percentual básica das dietas experimentais

Ingrediente	%
Milho moído	8,46
Farelo de trigo	20,05
Farelo Soja	11,10
Glúten de milho	15,00
Quirera de arroz	12,00
Farinha de peixe	11,00
Farinha de vísceras de aves	15,00
NaCl	0,25
Vixil lignossulfonato - aglutinante	1,00
Farinha de pena	5,00
Suplemento vitamínico e mineral	1,00
Cloreto de colina 60%	0,05
LD Metionina	0,09
<hr/>	
Composição Calculada	(%)
Proteína Bruta	40,00
Extrato Etéreo	5,00
Fibra Bruta	3,80
Energia (kcal/kg)	4160,40
Cinzas	8,44
Ca	1,8
P	1,28

Suplemento vitamínico e mineral (quantidade/kg de ração): 2.000,00 mg colina, 0,2374% sódio, 0,2709% cloro, 0,7186% potássio, 0,2463% magnésio, 0,4434% enxofre, 449,10 mg ferro, 31,88 mg cobre, 145,49 mg manganês, 365,33 mg zinco, 0,011 mg cobalto, 9,52 mg iodo, 0,912 mg selênio, 27.664,3 UI vitamina A, 5.962,81 UI vitamina D3, 350 mg vitamina E, 11,93 mg vitamina K3, 13,95 mg vitamina B1, 20,38 mg vitamina B2, 17,31 mg vitamina B6, 40,28 mcg vitamina B12, 263,79 mg niacina, 48,11 mg ácido pantotênico, 2,47 mg ácido fólico, 0,38 mg biotina, 400 mg vitamina C.

### ***Delineamentos experimentais***

Foram realizados dois experimentos simultâneos com tilápias *Oreochromis niloticus* jovens ( $25,4 \pm 2,04$  g) oriundas do mesmo lote de recria. O experimento I foi conduzido em 16 caixas de 500 L, em sistema de recirculação de água, com temperatura controlada, instaladas no Pólo Regional do Noroeste Paulista – APTA/SAA (coordenadas geográficas:  $20^{\circ}20'S$ ;  $49^{\circ}58'W$ ), na densidade inicial de 35 peixes/caixa. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial  $4 \times 2$ , sendo testados 0, 500, 1000 e 2000 mg de suplemento alimentar comercial<sup>8</sup> contendo 25% mananoligossacarídeo e 30%  $\beta$ -glucano/kg de ração, avaliados após 36 e 48 dias de alimentação. Os peixes foram arraçoados até a saciedade quatro vezes ao dia, seis dias por semana.

O experimento II foi instalado em 12 tanques-rede de  $2 \times 2 \times 1,5$  m, com  $6 \text{ m}^3$  de volume útil, na densidade 2500 peixes/tanque, instalados na Piscicultura Escama Forte, no município de Zacarias, SP, localizada no córrego Arribada, afluente do rio Tietê, reservatório de Nova Avanhandava (coordenadas geográficas:  $21^{\circ}3'7'' S$ ;  $50^{\circ}3'3'' W$ ). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, em esquema fatorial  $4 \times 2$ , sendo testados 0, 500, 1000 e 2000 mg do mesmo suplemento alimentar comercial após 37 e 58 dias de alimentação.

### ***Variáveis hídricas***

No experimento I, as variáveis aquáticas dando como valores médios e desvios padrão os que se seguem: temperatura =  $24,73 \pm 0,88^{\circ}\text{C}$ , oxigênio dissolvido =  $5,05 \pm 0,67$  mg/L, amônia entre 0 e  $0,25 \mu\text{g/L}$  e pH 7,5.

As variáveis aquáticas do experimento II foram: temperatura  $22,1 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ , oxigênio dissolvido  $7,19 \pm 1,28$  mg/L, saturação de oxigênio dissolvido  $82,4 \pm 14,4\%$ , pH  $7,72 \pm 0,53$ , material em suspensão  $1,3 \pm 1,2$  mg/L, nitrogênio total  $0,51 \pm 0,34$  mg/L, amônia  $80,75 \pm 74,84 \mu\text{g/L}$ , nitrito  $1,30 \pm 1,01 \mu\text{g/L}$ , nitrato  $15 \pm 13,74 \mu\text{g/L}$ , condutividade  $170,7 \pm 5,6 \mu\text{S/cm}$ , transparência  $1,35 \pm 0,41$  m, fósforo total  $15,5 \pm 15 \mu\text{g/L}$  e clorofila  $0,8 \pm 0,5 \mu\text{g/L}$ .

Em ambos, as variáveis mantiveram-se dentro dos valores recomendados para a espécie em estudo (Sipaúba-Tavares, 1994).

---

<sup>8</sup> Active mos® – Biorigin

### ***Morfometria de criptas e vilosidades intestinais***

A morfometria foi realizada após 36 e 48 dias de alimentação com as dietas teste no experimento I (de laboratório) e com 37 e 58 dias no experimento II, instalado em tanques-rede. Em ambos, foram tomados três exemplares, com pesos semelhantes e próximos à média das unidades experimentais, totalizando nove espécimes por tratamento para tal avaliação.

Para avaliação microscópica de estruturas tomou-se a porção inicial do intestino, três centímetros a partir do piloro. Procedeu-se corte longitudinal na porção amostrada e as extremidades foram presas em uma base de cartolina retangular, de modo a manter as vilosidades expostas. Cada amostra foi fixada individualmente em solução de Bouin durante 12 horas e a conservação foi feita em álcool 70° até o momento do procedimento histológico usual para obtenção de cortes seriados em parafina, com seis micrômetros de espessura, corados com hematoxilina-eosina (HE). Em microscopia de luz, utilizando sistema analisador de imagem KS-100 ZEISS, foram tomadas as medidas de altura e largura das vilosidades, profundidade das criptas e relação vilosidade:cripta. Para cada amostra, a lâmina foi confeccionada em duplicata e foram tiradas três fotos de cada lâmina e tomadas 10 medidas, ao acaso, por foto.

### ***Digestibilidade dos Nutrientes***

Para determinação do coeficiente de digestibilidade de proteína bruta e extrato etéreo das dietas teste, utilizou-se a mistura de fezes de sete tilápias com peso médio de  $130,09 \pm 29,26$  g, alimentadas com as dietas teste (0, 500 e 1000 mg de suplemento/kg de ração) três vezes ao dia, durante 30 dias, nas mesmas condições descritas no experimento I. Dois dias antes da colheita das fezes os peixes foram alimentados com as dietas-teste acrescidas de 0,5% de óxido de cromo III como marcador. No dia da colheita foram alimentados até a saciedade e transferidos para aquários de 60 L, sem renovação de água, com aeração contínua, onde permaneceram durante seis horas. As fezes foram colhidas pelo método de pipetagem direta de fundo do aquário, descrito por Watanabe e Ohta (1995), a cada 30 minutos, para se evitar lixiviação dos nutrientes. Imediatamente após, as fezes foram secas em estufa com circulação de ar à temperatura de  $50 \pm 5,0^\circ\text{C}$  até peso constante, moídas em liquidificador e encaminhadas para análise bromatológica, determinadas segundo metodologia proposta pela AOAC (2000), realizadas em triplicata.

As concentrações de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  foram determinadas por digestão nitro-perclórica, de acordo com a metodologia descrita por Furukawa e Tsukahara (1966).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e extrato etéreo foram calculados pela equação:

$$\text{CDa} = 100 - 100 * (\% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ ração} / \% \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ fezes}) * (\% \text{Nutriente das fezes} / \% \text{Nutriente da ração})$$

### *Análise estatística*

Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA e quando detectada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Em ambos os experimentos verificou-se alteração nas medidas das vilosidades intestinais com relação ao tempo de avaliação. No experimento I, não foi observado efeito do suplemento nestes parâmetros, entretanto, no experimento II, conduzido em tanques-rede, houve interação significativa entre o composto e o tempo de administração na profundidade de cripta (tabela 2). Aos 37 dias de avaliação os peixes que receberam alimentação suplementada com o composto, independentemente da concentração utilizada, apresentaram menores medidas de profundidade de cripta que o grupo controle e em relação à avaliação com 58 dias de administração (Figura 1). De acordo com Pluske et al. (1996), a menor profundidade da cripta está relacionada à menor atividade proliferativa graças à menor taxa de descamação epitelial.

Tabela 2 - Análise de variância da morfologia intestinal de Tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de suplemento alimentar em dois tempos de avaliação nos experimentos I e II.

Estatística		Variáveis			
		Altura da vilosidade $\mu\text{m}$	Largura da vilosidade $\mu\text{m}$	Relação vilosidade: cripta	Profundidade de cripta $\mu\text{m}$
<i>Experimento I</i> (Laboratório)	F Suplemento	1,16	0,58	0,14	0,58
	F Tempo	13,24**	0,63	10,40**	1,04
	F Suplemento x Tempo	1,04	1,44	0,33	1,89
	CV (%)	9,40	10,97	13,75	12,05
<i>Experimento II</i> (Tanques-rede)	F Suplemento	0,15	0,39	1,15	0,84
	F Tempo	63,52**	8,76**	56,05**	6,03*
	F Suplemento x Tempo	0,28	1,25	1,58	2,80*
	CV (%)	17,17	15,92	11,58	22,21

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância  $> 0.05$  e  $X^2$  para normalidade (Shapiro Wiks)  $> 0.05$

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$

#### Experimento II

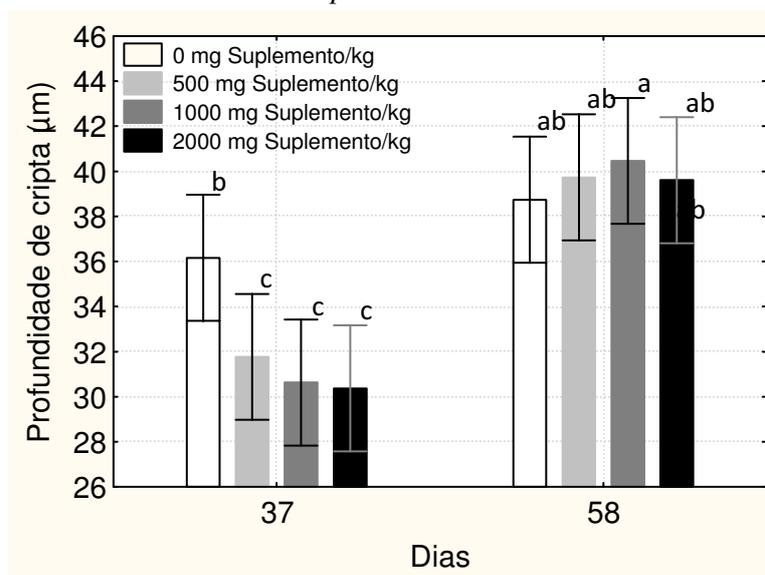


Figura 1 – Comparação de média da interação entre tempo de avaliação e dose de suplemento alimentar na profundidade de cripta do intestino de tilápias do Nilo criadas em tanques-rede. Cada coluna representa os valores médios de cada grupo e as barras expressam do desvio padrão. Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente (Tukey  $p < 0,05$ ).

As diferenças entre os valores da morfometria das criptas sugerem o grau de eficiência do prébiótico. Segundo Radecki e Yokoyama (1991) tais substâncias

adicionadas à dieta estimulam o crescimento e a estabilidade de populações bacterianas que, ao fermentá-las, produzem ácidos orgânicos que reduzem o pH luminal e inibem a proliferação de bactérias nocivas ao epitélio, produtoras de sulfito, amônia e toxinas feólicas, contribuindo para a redução do processo descamativo. Lectinas específicas de manose predominam em muitas bactérias patogênicas intestinais e, por ligações na superfície do epitélio do intestino, mediam aderência e subsequente colonização e infecção (Baumler et al., 1997). As  $\alpha$ -D-mananas se ligam aos receptores tipo lecitinas específicos de manose das bactérias enteropatogênicas e, neste caso, eles servem como atrativos e previnem a adesão às glicoproteínas da superfície do vilosidade e subsequente colonização e disseminação dos patógenos bacterianos (Firon et al., 1983).

Salze et al. (2008) relatam que larvas de bijupirá alimentadas com MOS apresentaram maior altura de microvilosidades que o grupo controle. Apesar da escassez de informações sobre a utilização de MOS para peixes, estudos em aves (Oliveira et al., 2007; Zdunczyk et al., 2005) e suínos (Burkey et al., 2004) destacam a eficiência do produto na manutenção do epitélio da mucosa intestinal. De acordo com Moran (2004), o MOS pode melhorar a utilização de nutrientes da dieta porque reduz a carga de bactérias nocivas à mucosa intestinal e otimiza a área de absorção da mucosa.

No presente estudo, possivelmente, a inclusão de MOS na dieta otimizou a área de absorção das vilosidades da mucosa intestinal de modo que peixes alimentados com a ração contendo as duas concentrações testadas (500 e 1000 mg/kg de ração) apresentaram maior coeficiente de digestibilidade de proteína bruta que o controle (Figura 2). Para extrato etéreo, os coeficientes de digestibilidade mantiveram-se semelhantes em todos os tratamentos. Similarmente a inclusão de MOS na dieta de frangos de corte melhorou a digestibilidade ileal de proteína, cálcio, fósforo e energia (Oliveira et al., 2007).

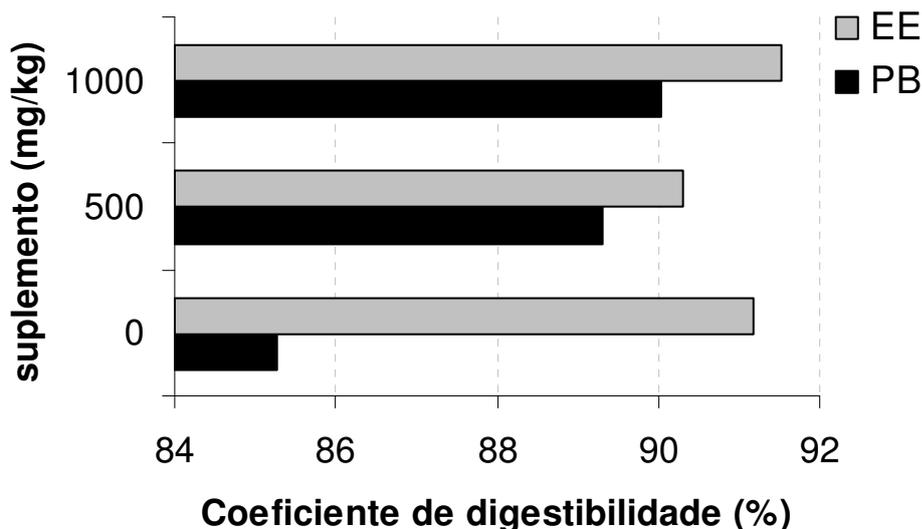


Figura 2 – Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) em tilápias do Nilo das dietas teste contendo diferentes níveis de inclusão de suplemento alimentar. As colunas horizontais representam os valores médios de CDA do  extrato etéreo (EE) e de CDA da  proteína bruta (PB)

Em geral os benefícios da utilização de MOS como prebiótico são sutis, com melhora em alguns parâmetros e sem efeito nos demais. Estes resultados são encontrados em perus, cães, suínos, papagaios entre outros (Parks et al., 2005; Zdunczyk et al., 2005; Swanson et al., 2002; Chiquieri et al., 2007; Medeiros, 2006; Yahng et al., 2007). Importante ressaltar que a eficiência desses produtos está correlacionada com a ocorrência de situações de desafio sanitário em que o animal está sendo criado. Neste estudo, no experimento I realizado em condição de laboratório, com baixa densidade de estocagem em ambiente com temperatura e qualidade da água controladas, não foram verificadas diferenças nas medidas das vilosidades e criptas intestinais.

O composto utilizado neste ensaio é extraído da parede celular de levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Desta forma, apesar do suplemento ser composto pelo MOS e  $\beta$  – glucano, as variações nos parâmetros avaliados, relacionadas à propriedades prebióticas do produto, são atribuídas somente ao MOS, pois, de acordo com Laroche e Michaud (2007), os efeitos e aplicações dos  $\beta$  – glucanos estão relacionados à suas estruturas. Os  $\beta$  – glucanos oriundos de fungos e leveduras, encontrados como componentes da parede celular destes organismos, possuem estrutura comum que compreende uma cadeia principal de unidades  $\beta$  – D glucopiranosil unidas por ligações (1,3) com cadeias de  $\beta$  – D glucopiranosil dispersas aleatoriamente unidas por ligações (1,6). Existem também os

glucanos de cevada, aveia ou trigo, que também são encontrados como componentes da parede celular dos grãos, mas exibem estrutura diferente, com mistura de ligações glicosídicas  $\beta - (1,3)$  e  $\beta - (1,4)$ . Por sua estrutura, os  $\beta -$  glucanos de cereais são conhecidos pelas suas propriedades prebióticas (Jaskari et al., 1993; Ryhanen et al., 1996; Kontula et al., 1998; Berreteu et al., 2006), enquanto os provenientes das bactérias, leveduras e fungos são melhores como modificador de respostas biológicas, com efeitos imunopotencializadores e antitumorogênico, podendo também melhorar a resistência às doenças (Pillemer e Ecker, 1941; Fitzpatrick et al., 1964).

Com relação ao tempo de avaliação, no experimento II verificou-se aumento na altura e largura das vilosidades bem como na profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta (Tabela 3), acompanhando o desenvolvimento do peixe. No entanto, no experimento I, houve redução na altura das vilosidades e na relação vilosidade:cripta das tilápias, independentemente da adição do composto da primeira para a segunda avaliação (Tabela 3). A menor relação vilosidade:cripta indica aumento na profundidade da cripta e/ ou redução na altura da vilosidade, o que pode indicar descamação. Este comportamento foi descrito em ensaios com leitões na fase de desmama, devido à transição de dieta úmida para seca (Teixeira et al., 2003; Silva et al., 2001).

Tabela 3 - Comparação de médias da morfometria intestinal de tilápias do Nilo em dois tempos de avaliação nos experimentos I e II.

	DIAS	Variável			
		Altura da vilosidade $\mu\text{m}$	Largura da vilosidade $\mu\text{m}$	Relação vilosidade:cripta	Profundidade de cripta $\mu\text{m}$
<i>Experimento I</i>	36	363,84 $\pm$ 5,21 <sup>a</sup>	65,60 $\pm$ 1,30	11,19 $\pm$ 0,25 <sup>a</sup>	32,86 $\pm$ 0,64
<i>(Laboratório)</i>	48	336,56 $\pm$ 5,44 <sup>b</sup>	67,05 $\pm$ 1,28	10,05 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>	33,88 $\pm$ 0,78
ANOVA		p<0,01	p>0,05	p<0,01	p>0,05
<i>Experimento II</i>	37	346,78 $\pm$ 5,84 <sup>b</sup>	70,10 $\pm$ 1,24 <sup>b</sup>	10,88 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>	32,23 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>
<i>(Tanques-rede)</i>	58	470,12 $\pm$ 13,76 <sup>a</sup>	75,74 $\pm$ 1,43 <sup>a</sup>	11,97 $\pm$ 0,37 <sup>a</sup>	39,64 $\pm$ 0,79 <sup>a</sup>
ANOVA		p<0,01	p<0,01	p<0,05	p<0,01

Todas as variáveis apresentam F Levene para homogeneidade de variância > 0.05 e  $X^2$  para normalidade (Shapiro Wiks) > 0.05

\*médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente (Tukey p<0,05)

\*\*valores são médias  $\pm$  desvio padrão

## CONCLUSÃO

No sistema de criação intensivo em tanques-rede, a suplementação alimentar com o composto, em todas as concentrações testadas, por 36 dias, teve efeito prebiótico, reduzindo a profundidade de cripta, com a otimização da superfície de absorção intestinal representada pelo epitélio das vilosidades e com conseqüente melhora nos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta nos peixes que receberam o suplemento. Desta forma, a suplementação com 500 mg do suplemento/kg de ração durante 36 dias pode ser recomendada para melhorar o aproveitamento da proteína da dieta.

## Agradecimentos

À Francisca de Assis Ardisson e Maria Inês Yamazaki de Campos do Departamento de Patologia Veterinária da Universidade Estadual Paulista Campus de Jaboticabal pelo auxílio técnico; Marcelo C. Carneiro e Flávio Daólio Gonçalves da Fri-ribe Indústria de Rações, à Ana Paula Curiacos Urtado – BIORIGIN e ao Marcos Nakamura e André Camargo da Piscicultura Escama Forte pelo apoio técnico e científico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- Association of Official Analytical Chemists. 2000. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17a. ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- BARRETEAU, H.; DELATTRE, C.; MICHAUD, P. Production of oligosaccharides as promising new food additive generation. **Food Technology Biotechnology**. v.44, n.3, p.323-333, 2006.
- BAUMLER, A.J., TSOLIS, R.M., HEFFRON, F. Fimbrial adhesions of *Salmonella typhimurium*. Role in bacterial interactions with epithelial cells. **Advances in Experimental Medicine and Biology**. v.412, p.149–158, 1997.
- BOHN, J.A.; BE MILLER, J.N.  $\beta$ -(1,3)-Glucan as biological response modifiers: a review of structure-functional activity relationships. **Carbohydrate Polymers**. v.28, p.3-14, 1995.
- BURKEY, T.E.; DRITZ, S.S.; NIETFELD, J.C.; JOHNSON, B. J.; MINTON, J.E. Effect of dietary mannanoligosaccharide and sodium chlorate on the growth performance, acute-phase response, and bacterial shedding of weaned pigs challenged with *Salmonella enterica* serotype Typhimurium1. **Journal of Animal Science**. v.82, p.397–404, 2004.

---

\* Referencias de acordo com ABNT, 2007

- CHIQUIERI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L.; CARVALHO, E.C.Q.; COSTA, A.P.D. Bioquímica sangüínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.2, p. 97-104, 2007.
- FIRON, N.; OFEK, I.; SHARON, N. Carbohydrate specificity of the surface lectins of *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Salmonella typhimurium*. **Carbohydrate Research**. v.120, p.235–249, 1983.
- FITZPATRICK, F.W.; DICARLO J.F. “Zymosan”. **Annals of the New York Academy of Sciences**. v.118, p233-262. 1964.
- FURUKAWA, A., TSUKAHARA, H. 1966. On the acid digestion for the determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**. v.6, p.502-506.
- GATLIN III, D.M.; LI, P.; WANG, X.; BURR, G.S.; CASTILLE, F.; LAWRENCE, A.L. Potential Application of Prebiotics in Aquaculture. **En: Avances en Nutrición Acuicola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola**. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. p.371-376, 2006.
- GIBSON, G.R.; ROBERFROID, B.M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.
- JASKARI, J.; SALOVAARA, H.; MATTILLA-SANDHOLM, T.; PUTANEN, K. The effect of oat  $\beta$ -glucan on the growth of selected *Lactobacillus spp.* and *Bifidobacterium spp.* In: Aalto-Kaarlehto T, Salovaara H Eds, **Proceedings of the 25th Nordic Cereal Congress**. Helsinki, Univ. Helsinki. p.242- 244, 1993.
- KOGAN, G.; KOCHER, A. Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. **Livestock Science**. v.109, p.161–165, 2007.
- KONTULA, P.; JASKARI, J.; MOLLET, L. The colonization of a simulator of the human intestinal microbial ecosystem by a probiotic strain fed on a fermented oat bran product: effects on the gastrointestinal microbiota. **Applied Microbiology Biotechnology**. v.50, p.246-252, 1998.
- LAROCHE, C.; MICHAUD, P. New Developments and Prospective Applications for  $\beta$  - (1,3) Glucans. **Recent Patents on Biotechnology**, v.1, p.59-73, 2007.
- MEDEIROS, L.B.; CARRIJO, A.S.; NEGRINI, J.M.; ONSELEN, V.J.V. Utilização de prebiótico na alimentação de filhotes de papagaio verdadeiro (*Amazona aestiva*) em processo de reabilitação. **Archives of Veterinary Science**, v.11, n.3, p. 62-68, 2006.

- MORAN, C.A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannan. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. p.280-296.
- OLIVEIRA, M.C.; CANCHERINI, L.C.; GRAVENA, R.A.; RIZZO, P.V.R.; MORAES, V.M.B. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.4, p.825-831, 2007.
- PARKS, W.C.; GRIMES, J.L.; FERKET, P.R. Effects of Virginiamycin and a Mannanoligosaccharide-Virginiamycin Shuttle Program on the Growth and Performance of Large White Female Turkeys. **Poultry Science**.v.84, p.1967–1973, 2005.
- PILLEMER, L.; ECKER, E.E. Anticomplementary factor in fresh yeast. **Journal of Biology Chemistry**. v.137, p.139-142, 1941.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. Maintenance of villous height and crypt depth by providing continuous nutrition after weaning. **Animal Science**, v.62, p.131-144, 1996.
- PRYOR, G. S.; ROYES, J. B.; CHAPMAN, F. A.; MILES, R. D. Mannanoligosaccharides in fish nutrition: Effects of dietary supplementation on growth and gastrointestinal villi structure in gulf of Mexico sturgeon. **North American Journal of Aquaculture**. v.65, n.2, p.106-111, 2003.
- RADECKI, S.V.; YOKOYAMA, M.T. Intestinal bacteria and their influence on swine nutrition. In: MILLER, E.R.; DUANE, E.U.; LEWIS, A.J. **Swine nutrition**. Boston: Butterworth- Heinemann, 1991. p.439-447.
- RYHANEN, L.; STENBÄCK, F.; ALA-KOKKO, L.; SAVOLAINEN, E.R. The effect of malotilate on type III and type IV collagen, laminin and fibronectin metabolism in dimethylnitrosamine-induced liver fibrosis in the rat. **Journal of Hepatology**. v.24, p.238-245, 1996.
- SALZE, G.; McLEAN, E.; SCHWARZ, M.H.; CRAIG, S.R. Dietary mannan oligosaccharide enhances salinity tolerance and gut development of larval cobia. **Aquaculture**. v.274, p.148-152, 2008.
- SILVA, C.A.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, S.N.; SOTO, W.C.; CARVALHO, L.E. Utilização de Dietas Úmidas e de Rações e Água de Bebida com Edulcorante para Leitões Desmamados aos 21 Dias de Idade e Efeitos sobre o

Desenvolvimento Histológico e Enzimático Intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.794-801, 2001.

SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.983-990, 2003.

SIPAUBA-TAVARES, L.H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Boletim Técnico nº 1. Editora Funep, Jaboticabal, SP. 1994, 70p.

SWANSON, K.S.; GRIESHOP, C.M.; FLINCKINGER, E.A.; BAUER, L.L.; HEALY, H.P.; DAWNSON, K.A.; MERCHEN, N.R.; FAHEI, G.C. Supplemental Fructooligosaccharides and Mannanligosaccharides Influence Immune Function, Ileal and Total Tract Nutrient Digestibilities, Microbial Populations and Concentrations of Protein Catabolites in the Large Bowel of Dogs. **The Journal of Nutrition**. p.980-989, 2002.

TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L.; COSTA, I.R.S.; OLIVEIRA, R.F.M.; FERREIRA, V.P.A.; SOUZA, A.V.C. Efeito de Dietas Simples e Complexas sobre a Morfo-fisiologia Gastrintestinal de Leitões até 35 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.926-934, 2003.

WATANABE, T.; OHTA, M. Digestible and metabolizable energy of various diets for carp and rainbow trout. **Fisheres Science**. v.61, n.2, p.215-222, 1995.

YANG, Y; ILI, P.A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN; L.L.; CHOCT, M. Effects of Mannanligosaccharide on Growth Performance, the Development of Gut Microflora, and Gut Function of Broiler Chickens Raised on New Litter. **Journal of Applied Poultry Research**.v.16,n.2,p.280-288,2007.

ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; JANKOWSKI, J.; BIEDRZYCKA, E.; KONCICKI, A. Metabolic Response of the Gastrointestinal Tract of Turkeys to Diets with Different Levels of Mannan-Oligosaccharide. **Poultry Science**. v.84, p.903–909, 2005.

## CAPÍTULO V

### **Aplicação do modelo de crescimento exponencial na avaliação da eficiência da suplementação alimentar em Tilápias do Nilo**

Fabiana Garcia<sup>9,2\*</sup>, Vander Bruno dos Santos<sup>3</sup>, Flávio R. de Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA –Pólo Regional do Noroeste Paulista, Votuporanga, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Centro de Aqüicultura da Unesp (Caunesp), Jaboticabal, SP

<sup>3</sup> Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, APTA – Pólo Regional da Alta Sorocabana, Presidente Prudente, SP, Brasil.

---

\* Pesquisadora Científica I - APTA – Pólo Noroeste Paulista - Votuporanga

Estrada municipal Votuporanga – Floreal km 4+6 (terra) caixa postal 61, Votuporanga, SP.

Fone/Fax: (17) 3422-2296

e-mail: fgarcia@apta.sp.gov.br

**Resumo** – o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade do modelo de crescimento exponencial no estudo da eficiência da suplementação alimentar com mananoligossacarídeo e  $\beta$ -glucano para tilápias do Nilo criadas em tanques-rede. O experimento foi realizado em piscicultura de criação de tilápias em tanques-rede, no município de Zacarias, SP. Foram utilizadas tilápias jovens, com peso inicial de  $25,4 \pm 2,04$  g, distribuídas em 12 tanques-rede de 2 x 2 x 1,5 m, com volume útil de 6 m<sup>3</sup> e densidade de 2500 peixes por tanque. Para estudo das curvas de crescimento, realizou-se a biometria individual de uma amostra aleatória de 5 % dos peixes de cada unidade experimental. Os resultados do presente estudo permitem concluir que a adição de 2000 mg de suplemento/kg de ração incrementa a taxa de crescimento de tilápias do Nilo criadas em sistema de tanques-rede e que o modelo de curvas exponenciais pode ser usado para comparar a eficiência de diferentes dietas em estudos de nutrição de peixes.

**Palavras-chave:** levedura, *Oreochromis niloticus*, mananoligossacarídeo,  $\beta$ -glucano

**Abstract** – The aim of this study was to evaluate the exponential growth model applicability to study feed supplementation efficiency with mannan oligosaccharide and  $\beta$ -glucan in Nile tilapia raised in net cage. The trial was carried out in a cage fish farm, at Zacarias city, SP. Juveniles tilapia (initial weigh  $25,4 \pm 2,04$  g) were distributed in 12 cages (2 x 2 x 1,5 m), with 6 m<sup>3</sup> volume and stock density of 2500 fish per cage. To evaluate the exponential growth model, a randomized sample of 5 % fish was collected for individual biometry in each experimental unit. The results show that 2000 mg of supplement/kg diet increase the growth ratio of Nile tilapias raised in net cage and the exponential growth model can be used to compare efficiency of different diets in nutrition studies.

**Keywords:** yeast, *Oreochromis niloticus*, mannan oligosaccharide,  $\beta$ -glucan

## INTRODUÇÃO

No sistema de criação em tanques-rede, de forma semelhante à avicultura comercial, o lucro por unidade de produção (kg) é muito pequeno, de tal forma que qualquer melhora na produção ou na produtividade, mesmo que discreta, pode representar considerável aumento na margem de lucro para o produtor. Neste sentido, estudos relacionados à utilização de prebióticos, substâncias seletivamente fermentadas por microrganismos da flora gastrintestinal (Roy e Gibson, 1999), tornam-se de grande importância neste sistema. Gatlin III et al. (2006) destacam que os prebióticos, podem melhorar o desempenho produtivo, a eficiência alimentar e a resistência às enfermidades, com redução nos custos de produção e agregação de valor à imagem do produto aquícola. Dentre estes suplementos alimentares, destacam-se os componentes de parede celular de levedura, os mananoligossacarídeos (MOS) e os  $\beta$ -glucanos, com propriedades prebióticas e imunoestimulantes, respectivamente (Welker et al., 2007).

O efeito destes produtos é mais bem evidenciado em situação de desafio sanitário (Mosenthin & Bauer, 2000). No entanto, as pesquisas realizadas em condições de laboratório muitas vezes não apresentam resultados conclusivos e aplicáveis por não representarem a realidade do ambiente de criação, onde os peixes estão submetidos a uma série de situações de estresse. Pensando-se na necessidade do desenvolvimento da pesquisa de campo, a piscicultura em tanques-rede apresenta uma estrutura bastante interessante para execução de ensaios por oferecer repetição e casualização dos tratamentos. Cada piscicultura é composta por um número grande de tanques-rede, com volume útil e densidade de estocagem semelhantes, inseridos em um ambiente comum, o que permite ao pesquisador o uso desses tanques como unidades experimentais (Garcia, 2007).

Como ferramenta de análise, pode-se estudar o crescimento de animais por meio do ajuste de funções não-lineares, pois, dessa maneira, é possível sintetizar informações de todo o período de vida, ou seja, um conjunto de informações em série de peso por idade, em um pequeno conjunto de parâmetros interpretáveis biologicamente, facilitando, assim, o entendimento do fenômeno (Oliveira et al., 2000). Santos et al. (2008) utilizaram o modelo exponencial para comparação do crescimento de linhagens de tilápia do Nilo criadas em tanques-rede e obtiveram sucesso. Por este motivo, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicabilidade do modelo de crescimento exponencial no estudo da eficiência da suplementação alimentar com mananoligossacarídeo e  $\beta$ -glucano para tilápias do Nilo criadas em tanques-rede.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no reservatório de Nova Avanhandava, córrego Arribada, afluente do rio Tietê, no município de Zacarias, SP situado a latitude de 21°3'7'' S e longitude 50°3'3'' W.

Foram utilizadas tilápias jovens, com peso inicial de  $25,4 \pm 2,04$  g, distribuídas em 12 tanques-rede de 2 x 2 x 1,5 m, com volume útil de 6 m<sup>3</sup> e densidade de 2500 peixes por tanque.

A ração utilizada foi de formulação e processamento comerciais, de modo a atender as exigências da espécie estudada na primeira fase de criação (tabela 1), contendo 40 % de proteína bruta e extrusada no diâmetro de 2,6 mm. Os tratamentos consistiram na inclusão de 0, 500, 1000 e 2000 mg do suplemento alimentar<sup>10</sup>, contendo 25% mananoligossacarídeo e 30 %  $\beta$ -glucano/kg de ração, com três repetições (tanques-rede). A dieta foi oferecida *ad libitum*, quatro vezes ao dia, evitando-se sobras.

---

<sup>10</sup> Active mos® - Biorigin

Tabela 1 – Composição percentual básica das dietas experimentais

Ingrediente	%
Milho moído	8,46
Farelo de trigo	20,05
Farelo Soja	11,10
Glúten de milho	15,00
Quirera de arroz	12,00
Farinha de peixe	11,00
Farinha de vísceras de aves	15,00
NaCl	0,25
Vixil lignossulfonato - aglutinante	1,00
Farinha de pena	5,00
Suplemento vitamínico e mineral	1,00
Cloreto de colina 60 %	0,05
LD Metionina	0,09
Composição Calculada	(%)
Proteína Bruta	40,00
Extrato Etéreo	5,00
Fibra Bruta	3,80
Energia (kcal/kg)	4160,40
Cinzas	8,44
Ca	1,8
P	1,28

Suplemento vitamínico e mineral (quantidade/kg de ração): 2.000,00 mg colina, 0,2374 % sódio, 0,2709 % cloro, 0,7186 % potássio, 0,2463 % magnésio, 0,4434 % enxofre, 449,10 mg ferro, 31,88 mg cobre, 145,49 mg manganês, 365,33 mg zinco, 0,011 mg cobalto, 9,52 mg iodo, 0,912 mg selênio, 27.664,3 UI vitamina A, 5.962,81 UI vitamina D3, 350 mg vitamina E, 11,93 mg vitamina K3, 13,95 mg vitamina B1, 20,38 mg vitamina B2, 17,31 mg vitamina B6, 40,28 mcg vitamina B12, 263,79 mg niacina, 48,11 mg ácido pantotênico, 2,47 mg ácido fólico, 0,38 mg biotina, 400 mg vitamina C.

### ***Variáveis aquáticas***

As variáveis limnológicas foram mensuradas no local de inserção dos tanques-rede, sendo tomados os dados de temperatura, oxigênio dissolvido, transparência, amônia, nitrato e nitrito, pH, material em suspensão, nitrogênio total, condutividade, fósforo total e clorofila. Todas as variáveis mantiveram-se dentro dos valores recomendados para a espécie em estudo (Sipaúba-Tavares, 1994): temperatura  $22,1 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ , oxigênio dissolvido  $7,19 \pm 1,28 \text{ mg/L}$ , saturação de oxigênio dissolvido  $82,4 \pm 14,4 \%$ , pH  $7,72 \pm 0,53$ , material em suspensão  $1,3 \pm 1,2 \text{ mg/L}$ , nitrogênio total  $0,51 \pm 0,34 \text{ mg/L}$ , amônia  $80,75 \pm$

74,84 µg/L, nitrito  $1,30 \pm 1,01$  µg/L, nitrato  $15 \pm 13,74$  µg/L, condutividade  $170,7 \pm 5,6$  µS/cm, transparência  $1,35 \pm 0,41$  m, fósforo total  $15,5 \pm 15$  µg/L e clorofila  $0,8 \pm 0,5$  µg/L.

### ***Curvas de crescimento***

Realizou-se a biometria individual de uma amostra aleatória de 5 % dos peixes de cada unidade experimental, totalizando 125 peixes por tanque. O estudo do crescimento foi realizado mediante o seguinte modelo da equação exponencial:

$$y_i = Ae^{Kx_i} + e_i,$$

sendo

$y_i$ , o peso observado de cada peixe,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;

A, a estimativa do peso inicial,

e, a base do logaritmo natural;

K, a taxa de crescimento específico;

$x_i$ , o tempo, ou a idade referente a cada peixe;

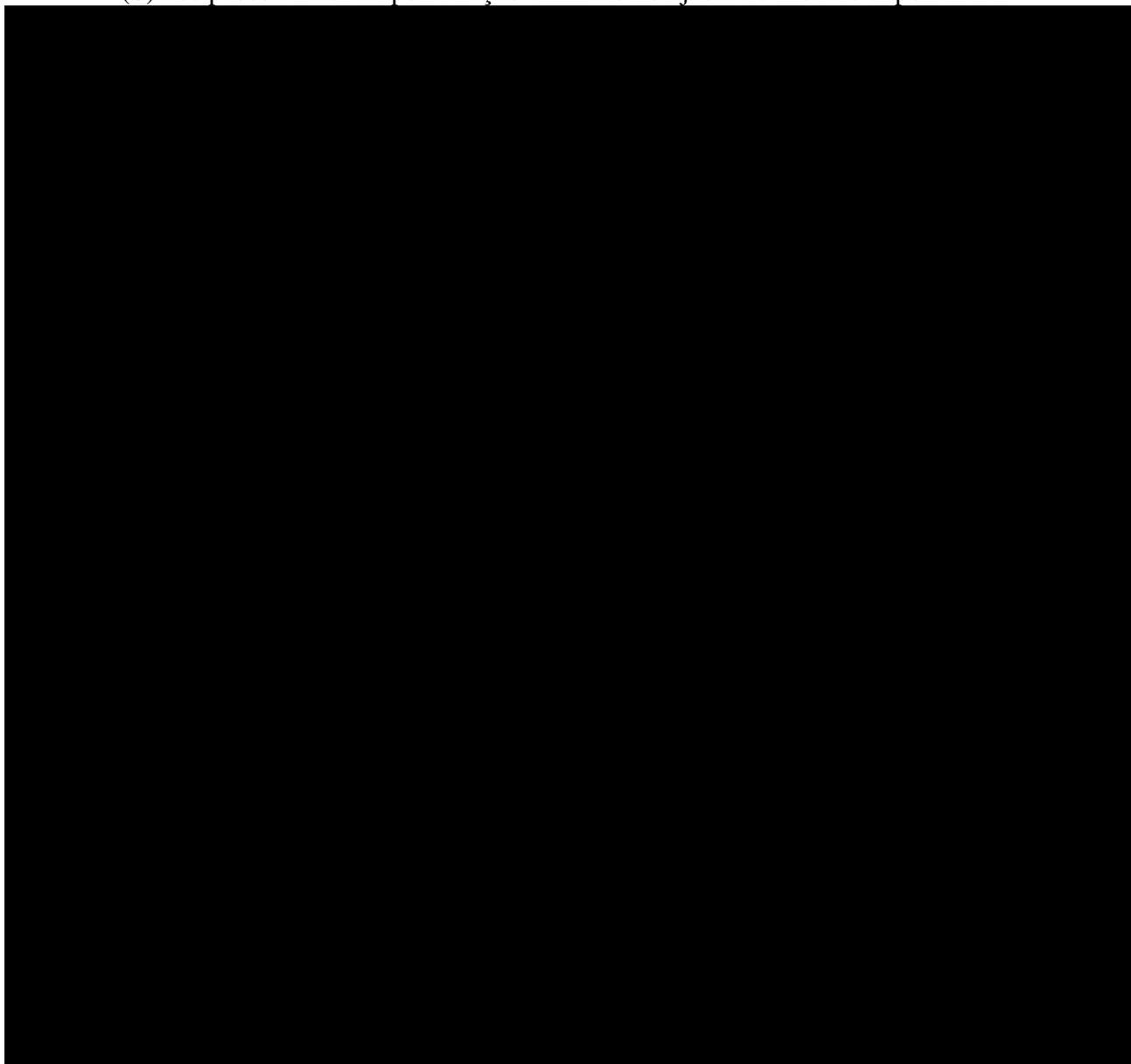
$e_i$ , o erro associado a cada observação, que por suposição é  $N(0, \sigma^2)$ .

Os parâmetros das curvas para cada nível de inclusão do suplemento foram comparados pelos seus intervalos de confiança com probabilidade de 95%. Devido à existência de heterogeneidade de variâncias, uma vez que a variância dos pesos corporais aumenta muito com a idade, o inverso das variâncias dos pesos foi utilizado como fator de ponderação. Os ajustes foram obtidos através do procedimento MODEL do pacote computacional SAS para Windows versão 8.1, utilizando-se a opção WEIGHT e a macro %AR, pois se constatou a existência de auto-relação residual pelo teste de Durbin-Watson (Draper e Smith, 1998).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 2 apresenta os pesos (g) médios, mínimos e máximos observados em cada unidade experimental (tanque-rede), bem como os desvios padrão e os fatores de ponderação utilizados no ajuste do modelo nos diferentes tempos de cultivo.

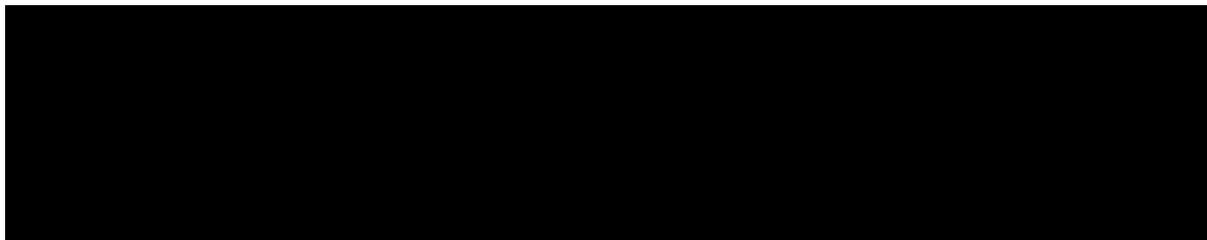
Tabela 2. Pesos (g) médios, mínimos e máximos observados nos tanques, desvio padrão (S) dos pesos e fator de ponderação utilizado no ajuste do modelo exponencial.



A Tabela 3 apresenta as estimativas dos parâmetros do modelo exponencial de crescimento das tilápias submetidas aos diferentes níveis de inclusão do suplemento na ração.

Pode-se observar que embora a estimativa do peso inicial (A) do tratamento controle tenha sido superior às demais, sua taxa de crescimento (K) (0,61 g/dia) foi inferior ao grupo alimentado com 2000 mg do suplemento/kg de ração (0,71 g/dia), e essa diferença foi na ordem de 13,8 %, demonstrando que a suplementação alimentar com o maior nível testado elevou a taxa de crescimento das tilápias criadas em tanques-rede.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros do modelo exponencial, erro padrão e limites inferior e superior dos intervalos de confiança dos tratamentos.



\* Estimativas seguidas de letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna, não são iguais pela sobreposição de intervalo de confiança a 5 %.

O comportamento das curvas, bem como os coeficientes de determinação ajustados ( $R^2$  Aj.) podem ser visualizados na Figura 1.

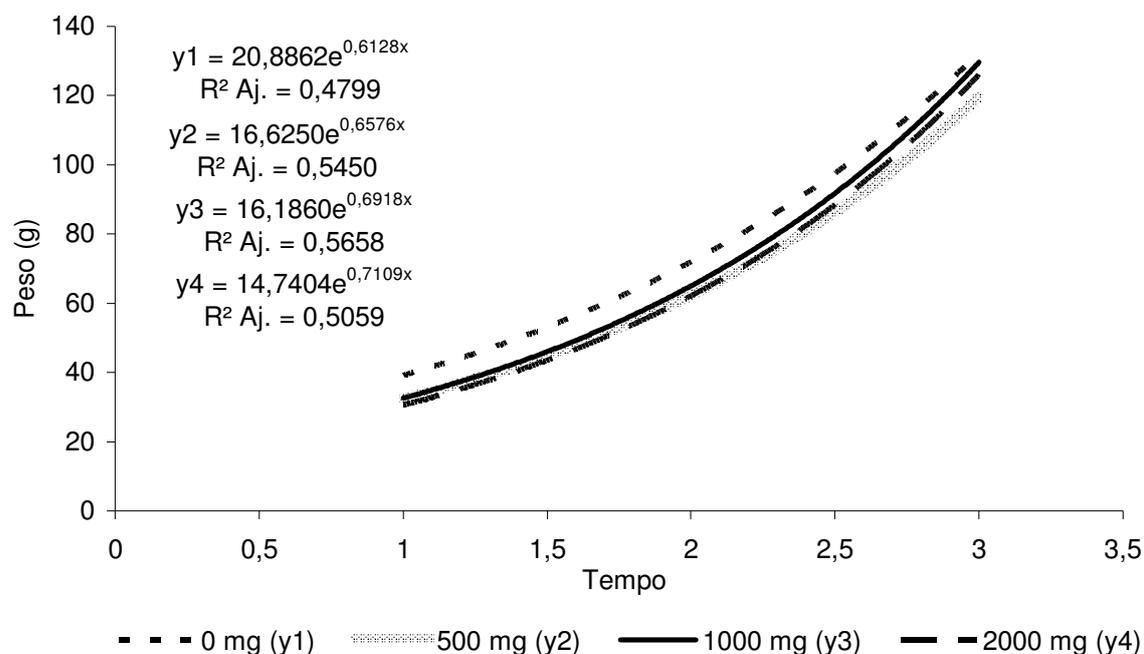


Figura 1. Peso (g) em função do tempo do modelo exponencial de crescimento de tilápias para cada nível de inclusão do suplemento testado.

Estudo com sea bass *Dicentrarchus labrax* demonstraram que a adição de 200 e 400 mg de MOS/kg de ração elevou o ganho de peso dos peixes (Torrecillas et al., 2007). O mecanismo de ação do MOS é a melhora na utilização de nutrientes da dieta por atuar na redução da carga de bactérias intestinais indesejáveis e aumentar a área de absorção da mucosa (Moran, 2004). O MOS possui o açúcar manana que é reconhecido pelos patógenos, mas são indisponíveis para uso quando estão ligados à forma de

oligossacarídeo. Os patógenos são atraídos a se ligarem ao oligossacarídeo e então, tornam-se incapazes de aderirem à mucosa intestinal (McCann et al., 2006). Como observado em estudo complementar a este, verificou-se resposta positiva na integridade das vilosidades intestinais de tilápias alimentadas com 500, 1000 e 2000 mg deste composto por kg de ração durante 37 dias, com conseqüente melhora na digestibilidade da proteína da ração (Garcia, 2008, resultados não publicados).

Por outro lado, em ensaio realizado em laboratório (Garcia, 2008, resultados não publicados), com densidade de estocagem reduzida e condições ambientais controladas, esta resposta não foi observada. O que demonstra que o nível de estresse do animal e o ambiente onde é criado têm relação direta com a resposta biológica obtida pela adição de prebióticos à dieta, pois em condições não estressantes, supõe-se que a microbiota intestinal esteja em condição de equilíbrio, ou seja, com ou sem o fornecimento de prebióticos as respostas obtidas serão semelhantes. No entanto, quando em condição de estresse, o efeito benéfico do fornecimento de prebióticos sobre a resposta biológica é evidenciado (Mathew et al., 1993; Mosenthin & Bauer, 2000). Estes resultados ressaltam a importância da execução de experimentos de campo em situações reais de estresse para testes de uso de suplementos alimentares.

Por se tratar de um experimento de campo, optou-se por fazer a comparação das curvas de crescimento das repetições dentro de cada tratamento (Tabela 4 e Figura 2) com o objetivo de verificar a confiabilidade dos resultados e se as variáveis não controláveis presentes na piscicultura estariam interferindo no experimento. Verifica-se que, embora houvesse diferença no peso inicial dos animais das repetições dentro de cada tratamento, não se verificou diferença entre a taxa de crescimento “K” dos peixes exceto no grupo de que recebeu 500 mg do suplemento/kg de ração.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros do modelo exponencial, erro padrão e limites inferior e superior dos intervalos de confiança das repetições para os diferentes níveis de inclusão do suplemento alimentar.

#### 0 mg do suplemento

Repetição	Parâmetros (Erro Padrão)				Intervalo de Confiança				R <sup>2</sup> Aj.
					A		K		
	A	K	Inferior	Superior	Inferior	Superior			
1	16,0388 B	(1,1713)	0,6639 A	(0,0324)	13,7889	18,3333	0,6007	0,7277	0,5582
2	26,5601 A	(1,8617)	0,5771 A	(0,0316)	22,9666	30,2090	0,5161	0,6393	0,4660
3	27,7480 A	(1,9270)	0,5384 A	(0,0321)	24,0677	31,5248	0,4754	0,6008	0,4079

#### 500 mg do suplemento

Repetição	Parâmetros (Erro Padrão)				Intervalo de Confiança				R <sup>2</sup> Aj.
					A		K		
	A	K	Inferior	Superior	Inferior	Superior			
1	14,8530 B*	(0,8873)	0,6816 A	(0,0272)	13,1188	16,5921	0,6286	0,7356	0,5542
2	14,1964 B	(0,8588)	0,6959 A	(0,0267)	12,5278	15,8796	0,6433	0,7487	0,5993
3	26,2126 A	(1,9578)	0,5417 B	(0,0351)	22,6038	30,0497	0,4750	0,6077	0,4738

#### 1000 mg do suplemento

Repetição	Parâmetros (Erro Padrão)				Intervalo de Confiança				R <sup>2</sup> Aj.
					A		K		
	A	K	Inferior	Superior	Inferior	Superior			
1	14,5066 B*	(1,3107)	0,6922 A	(0,0414)	12,1310	17,0886	0,6148	0,7689	0,5693
2	15,8815 B	(0,8682)	0,6978 A	(0,0257)	14,2051	17,5831	0,6478	0,7478	0,5980
3	21,3493 A	(1,6041)	0,6557 A	(0,0338)	18,3174	24,4932	0,5908	0,7210	0,5414

#### 2000 mg do suplemento

Repetição	Parâmetros (Erro Padrão)				Intervalo de Confiança				R <sup>2</sup> Aj.
					A		K		
	A	K	Inferior	Superior	Inferior	Superior			
1	19,6287 A*	(1,8570)	0,6565 A	(0,0415)	16,2036	23,2684	0,5775	0,7356	0,4811
2	19,1339 A	(1,5997)	0,6897 A	(0,0354)	16,0722	22,2693	0,6222	0,7596	0,5298
3	12,6565 B	(0,8931)	0,6912 A	(0,033)	10,9577	14,4069	0,6267	0,7551	0,5017

\* Estimativas seguidas de letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna, não são iguais pela sobreposição de intervalo de confiança a 5 %.

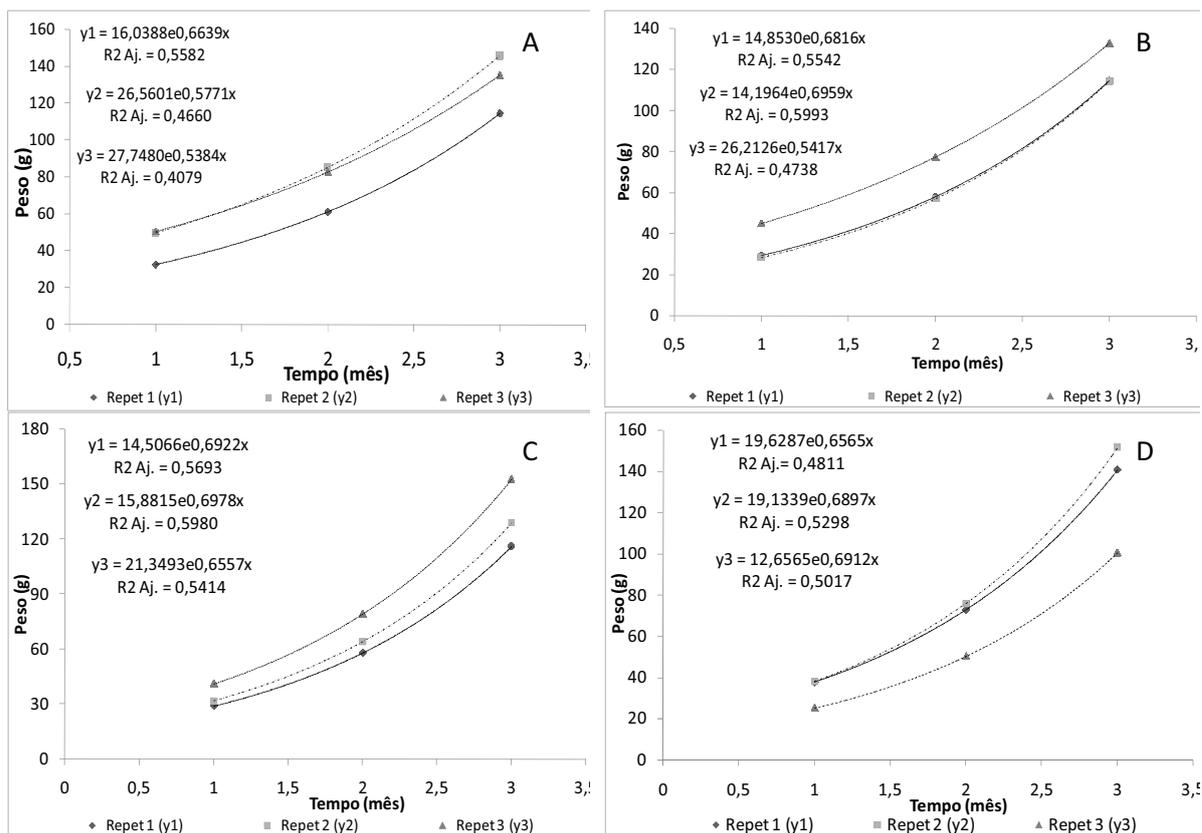


Figura 2. Peso (g) em função do tempo do modelo exponencial de crescimento de tilápias nas diferentes repetições (tanques) em cada nível de inclusão do suplemento testado: A – 0 mg do suplemento/kg de ração; B - 500 mg do suplemento/kg de ração; C - 1000 mg do suplemento/kg de ração e D - 2000 mg do suplemento/kg de ração.

Segundo Bastianelli e Sauvant (1997), diversos fatores podem influenciar a curva de crescimento, dentre eles, a fase de cultivo (idade do peixe), espécie estudada, ambiente de cultivo, densidade de estocagem, variáveis limnológicas e fatores relacionados à alimentação: qualidade do alimento, frequência da alimentação, quantidade oferecida, dentre outras. Desta forma, a ausência de diferença entre as repetições demonstra que o ambiente da piscicultura em tanque-rede mostra-se adequado à experimentação, pois apesar de possuir inúmeras variáveis ambientais incontroláveis, estas se aplicam a todas as unidades experimentais de forma semelhante, de modo que, a diferença na taxa de crescimento observada deve-se, exclusivamente, aos diferentes níveis de suplementação a que os peixes foram submetidos.

Desta forma, pelo modelo de curvas exponenciais é possível comparar tratamentos, mesmo que o peso inicial das unidades experimentais não seja semelhante, fato que pode

ocorrer em ensaios de campo. Santos et al. (2008) confirmam a aplicabilidade deste modelo no estudo de comparação de linhagens de tilápia do Nilo criadas em tanques-rede.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a adição de 2000 mg de suplemento/kg de ração incrementa a taxa de crescimento de tilápias do Nilo criadas em sistema de tanques-rede e que o modelo de curvas exponenciais pode ser usado para comparar a eficiência de diferentes dietas em estudos de nutrição de peixes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>11</sup>

- BASTIANELLI, D.; SAUVANT, D. Modelling the mechanisms of pig growth. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 51, n. 1/3, p. 97-107, Nov. 1997.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied Regression Analysis**, 3rd ed. Wiley, New York. 1998, 706pp.
- GARCIA, F. 2007. Piscicultura em tanques-rede e a pesquisa de campo. Disponível em [ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/piscicultura\\_tanques\\_rede.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/piscicultura_tanques_rede.pdf)
- GATLIN III, D.M.; LI, P.; WANG, X.; BURR, G.S.; CASTILLE, F.; LAWRENCE, A.L. Potential Application of Prebiotics in Aquaculture. **En: Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola**. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. p.371-376, 2006.
- MCCANN, M.E.E.; NEWELL, E.; PRESTON, C.; FORBES, K. The Use of Mannan-Oligosaccharides and/or Tannin in Broiler Diets. **International Journal of Poultry Science**. v.5, n.9, p.873-879, 2006.
- MATHEW, A.G. et al. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, n.6, p.1503-1509, 1993.
- MORAN, C.A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*: applications for yeast glucan and mannan. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. p.280-296.
- MOSENTHIN, R.; BAUER, E. The potential use of prebiotics in pig nutrition. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN ANIMAL

---

<sup>11</sup> Referencias de acordo com ABNT, 2007

NUTRITION, 2000, Seoul. **Proceedings...** Seoul : Seoul National University, 2000. p.515-528.

OLIVEIRA, H.N; LÔBO, R.B.; PEREIRA, C.S. Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, n.9, p.1843–1851, 2000.

ROY, M.; GIBSON, G.R. Probiotics and prebiotics. microbial in menu. Capturado em 21 de novembro de 1999. Online. Disponível na internet <http://www.babelfish.altavista.com/cgi-bm>.

SANTOS, V.B.; YOSHIHARA, E.; FREITAS, R.T.F.; REIS NETO, R.V. Exponential growth model of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains considering heteroscedastic variance. **Aquaculture**. v.274, p.96–100, 2008.

SIPAUBA TAVARES, L.H. **Limnologia Aplicada a Aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70 p.

TORRECILLAS, S.; MAKOL, A.; CABALLERO, M.J.; MONTERO, D.; ROBAINA, L.; REAL, F.; SWEETMAN, J.; TORT, L.; IZQUIERDO, M.S. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. **Fish & Shellfish Immunology**. v.23, p.969-981, 2007.

WELKER, T.L.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; SHELBY, R.; KLESIOUS, P.H. Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing commercial whole cell yeast or yeast subcomponents. **Journal of the Aquaculture Society**. v.38, n.1, p.24-32, 2007.

### Considerações Finais

As elevadas taxas de mortalidade verificadas nas pisciculturas de tilápias em tanques-rede do reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP, estão relacionadas à infecção oportunista causada pelas bactérias dos gêneros *Streptococcus* e *Aeromonas*. As condições que favorecem o surto das doenças são temperatura e condutividade da água elevadas, associadas à elevada densidade de estocagem e redução nas concentrações de oxigênio dissolvido da água durante os meses de verão.

O manejo de classificação e redistribuição de tilápias do Nilo em sistema de criação em tanques-rede favorece o desempenho produtivo, principalmente dos peixes menores (subordinados) e, pelo menos em parte, diminui o comportamento de dominância no grupo.

Para tilápias do Nilo criadas em tanques-rede, o fornecimento de 1000 mg de suplemento (25 % de mananoligossacarídeo e 30 % de  $\beta$ -glucano) por kg de ração durante 37 dias reduz a profundidade de criptas intestinais e favorece o aproveitamento de proteína da dieta, refletindo em melhora do desempenho produtivo e da uniformidade do lote dos peixes.

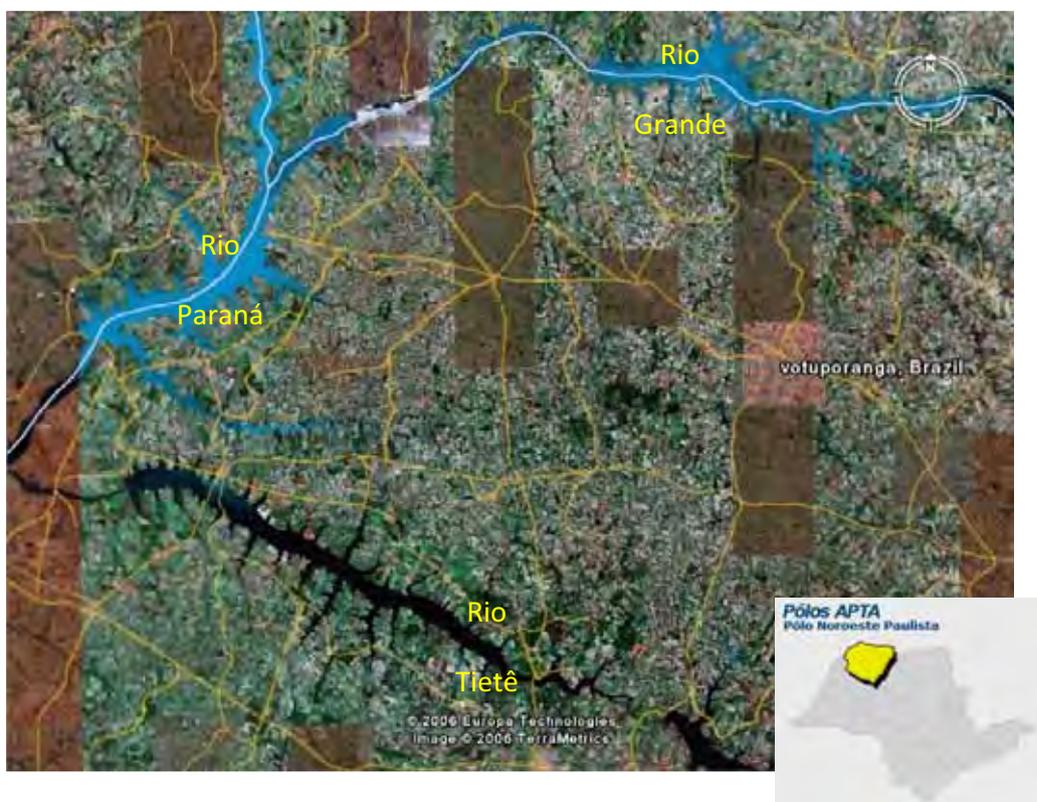
A execução de dois experimentos simultâneos, sendo um em piscicultura de tanques-rede e outro em condições de laboratório para teste de eficiência do suplemento alimentar, permitiu a visualização da importância do experimento de campo para se definir a concentração adequada do suplemento. Como as respostas ao produto estão muito associadas às condições de desafio que o peixe está submetido, observou-se diferença na exigência do suplemento de acordo com cada condição experimental.

A aplicação do modelo de crescimento exponencial para avaliação da eficiência de suplementação alimentar na criação de tilápias em tanques-rede pode ser utilizada como uma confiável ferramenta de comparação, ainda que os grupos experimentais apresentem peso inicial distintos.

Sugere-se melhora na palatabilidade e/ou atratividade do suplemento testado para tilápias do Nilo. Apesar do comportamento não ter sido observado no experimento de tanques-rede, no laboratório, onde houve reduzida competição pelo alimento, verificou-se redução no consumo das rações que continham o suplemento, independentemente da concentração utilizada, com conseqüente prejuízo no desempenho produtivo dos peixes.



Criação de tilápias do Nilo em tanques-rede no reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP.



Região dos Grandes Lagos – Noroeste Paulista



Juvenis de tilápia do Nilo com sinais clínicos de bacteriose: coloração enegrecida e lesões no tegumento e nadadeiras.



Manejo de classificação e repicagem de tilápia do Nilo em sistema de tanque-rede.



Piscicultura Escama Forte – município de Zacarias, reservatório de Nova Avanhandava, rio Tietê, SP.



Procedimento de coleta de intestino para avaliação de morfometria das vilosidades e cripta.