

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FLÁVIO ENDRIGO CECHIM

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO EPITÉLIO INTESTINAL E
DESEMPENHO DE TILÁPIA DO NILO, *Oreochromis niloticus*,
SUPLEMENTADA COM MANANOLIGOSSACARÍDEO (MOS).**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS-PARANÁ

2013

FLÁVIO ENDRIGO CECHIM

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO EPITÉLIO INTESTINAL E
DESEMPENHO DE TILÁPIA-DO-NILO, *Oreochromis niloticus*,
SUPLEMENTADA COM MANANOLIGOSSACARÍDEO (MOS).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UTFPR, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Yuji Sado

DOIS VIZINHOS-PARANÁ
2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ofereço.

A minha família,
em especial à minha
mãe, à minha esposa
e ao meu querido filho.

1 João 4:16 –
E nós conhecemos,
e cremos no amor que Deus nos tem.
Deus é amor; e quem está em amor
está em Deus, e Deus nele

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos que me ajudaram nesta conquista. Conquista, pois há alguns poucos anos atrás um mestrado nem era um sonho, mas aos poucos se tornou um sonho e agora uma realidade.

Agradeço primeiramente ao Deus por todas as glórias e conquista em minha vida, uma vida de sucessos com certeza.

*Agradeço à minha família; em especial à minha Esposa Michele que me ajudou em todos os momentos, e sempre me apoiou em todas as decisões da nossa vida, as mais agradáveis e as mais desagradáveis, sem a ajuda desta mulher de fibra e coragem esse mestrado não seria conquistado. Desculpe pelo mau humor em alguns momentos e obrigado pelo companheirismo, mesmo com todos os seus afazeres sempre tinha um tempo para me ajudar.
Obrigado! Te amo!*

*Agradeço e peço desculpas ao meu Anjinho Filipe, meu querido filho, o tesouro mais valioso que tenho, desculpe pelas ausências em alguns momentos e obrigado pelo carinho, pelos abraços e beijos deliciosos. Agora teremos mais tempo para jogar bola e tudo mais. beijos
Te amo!*

*Agradeço ao meu Orientador Dr. Ricardo Y. Sado, pela paciência e por entender a minha situação, um pouco diferente, pois aceitou me orientar mesmo sabendo dos meus trabalhos e compromissos externos.
Muito Obrigado!*

Ao meu coorientador Arcangelo Signor, pela orientação e por possibilitar a realização do experimento na área experimental da Unioeste em Boa Vista da Aparecida

Agradeço ao amigo Prof Dr Everton Lozano da Silva, pela ajuda durante as análises e processamentos, pois em momentos de descanso se dispôs a ajudar, em finais de semana e durante as férias, obrigado!

Ao companheiro de experimentação Álvaro Freddo, pelo auxílio nas enormes listas de exercícios de regressões, covariâncias e tudo mais.

Agradeço a UTFPR Campus Dois Vizinhos, pela oportunidade de concretizar um sonho.

A Empresa Anhambi por doar toda a ração para o experimento.

A Empresa Yes Sinergy pelo prebiótico MOS para o experimento.

Agradeço a Unioeste campus Toledo, ao curso de engenharia de pesca por ceder à área experimental.

Aos alunos Francielli Baioco, Tiago da Silva, Tales, Fernanda Raulino, Sabrina Kluska, Suzamara, Regianne Viana

Um agradecimento especial ao Aluno de pós graduação Vinicus Cividanes, o famoso Titanic, por alimentar os peixes durante o período experimental e pelo auxílio nos processamentos.

Em especial a sempre prestativa e disposta Dieli Simionato, pela realização dos cortes histológicos e pela confecção da lâminas.

Um agradecimento especial a Prof. Dra. Michele Potrich, pelas correções, orientações, por abrir as portas do seu laboratório, por disponibilizar a mão de obra dos seus orientandos e pela sua mão de obra. Obrigado!

Agradeço aos meus irmãos Rodrigo, Fabíola e Lucas pelo carinho de sempre, cada um do seu modo, isto os faz único em minha vida. Amo vocês!

Agradeço a minha mãe que sempre me deu forças e principalmente exemplos de vida. Mãe você é uma guerreira! Te amo!

Agradeço ao meu pai que muitas vezes longe estava perto, um grande companheiro e amigo. Obrigado pelos exemplos de ética e honestidade. Te amo.

Ao meu Vô Ivo Carraro, a minha Vó Pierina, verdadeiros exemplos de vida.

A Tia Telma, você sempre me instigou a lutar e buscar os meus sonhos. Obrigado!

Ao Tio Ivo e a Tia Maria Eugênia, exemplos de carinhos, amor e de sucesso.

Ao meu sogro e minha sogra, por estarem sempre dispostos a ajudar, e obrigado por permitirem a minha entrada na sua família. E obrigado pela Michele.

RESUMO

CECHIM, Flávio Endrigo. **Características morfológicas do epitélio intestinal e desempenho de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus* suplementada com mananoligossacarídeo (mos)**. 2012. 55f. Dissertação (Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, 2012.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de níveis crescentes do prebiótico mananoligossacarídeo (MOS) em juvenis de tilápia do Nilo sob os parâmetros de desempenho e morfologia intestinal. O estudo foi conduzido no lago da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, no rio Jacutinga, localizada no município de Boa Vista da Aparecida, no estado do Paraná, na área experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). Foram utilizados 20 juvenis de tilápia-do-Nilo com peso inicial 12,62 g, em cada gaiola, totalizando 16 gaiolas de 0,25 m³ cada. As gaiolas foram distribuídas em tanques-rede de 4 m³ (quatro gaiolas por tanque-rede) compondo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, 0,0; 0,2; 0,4 e 0,8% de inclusão de MOS na dieta e quatro repetições. A alimentação foi realizada quatro vezes ao dia, até a aparente saciedade, durante 60 dias. Ao final de 30 e 60 dias de cultivo foram realizadas biometrias para cálculo dos índices de desempenho e coleta de material para análise histológica do intestino. Os parâmetros de qualidade da água se mantiveram dentro dos valores de referência para a espécie. O consumo de ração aos dias de experimento foi maior ($P < 0,05$) nos peixes suplementados com 0,4% quando comparados ao grupo controle. Aos 30 dias de experimento, peixes alimentados com 0,4% de MOS na dieta apresentaram maior ($P < 0,05$) altura das vilosidades intestinais e, aos 60 dias, peixes alimentados com a dieta controle apresentaram maior ($P < 0,05$) altura das vilosidades intestinais. No entanto os parâmetros de desempenho não foram significativamente afetados pela adição de MOS a dieta. No presente trabalho, uso estratégico de prebióticos durante o ciclo de produção abre perspectivas promissoras na modulação das características morfológicas do intestino, apesar de não ter influenciado no crescimento de juvenis de tilápia-do Nilo.

Palavras-chave: Prebiótico. Tilápia do Nilo. Desempenho. Morfometria intestinal.

ABSTRATC

CECHIM, Flávio Endrigo. **Morphological characteristics of the intestinal epithelium and performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* supplemented as mananolissacarídeo (mos)**. 2012. 55 f. Dissertação (Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, 2012.

The present study has as an objective to analyze the effect of using crescent levels of prebiotic mananoligosaccharides (MOS) in Nile tilapia juveniles, according to the parameters of performance and intestinal morphology. The study was done at Salto Caxias hydroelectric plant lake, Jacutinga river, located in Boa Vista da Aparecida city, state of Paraná, experimental area of UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. An amount of 20 Nile tilapia juveniles were used, with 12,62 g initial weight, in each cage, being 16 0,25-cubic-meter cages. The cages were distributed in 4-cubic-meter tanks (four cages in each tank) generating a randomized lineation, with four species of treatments, 0,0; 0,2; 0,4 and 0,8% of MOS inclusion in diet and four repetitions. The feeding process happened four times a day, until apparent satiety, for 60 days. After 30 and 60 days, biometry was done to calculate performance levels and to analyze intestinal histology. The parameters of water quality were kept within reference values for the species. The consumption of ration during the experiment days was higher ($P<0,050$) for fish supplemented with 0,4% when compared to the control group. After 30 days of the onset, fish fed with 0,4% of MOS in their diet presented higher ($P<0,05$) intestinal villi and, after 60 days, fish fed with control diet presented higher ($P<0,05$) intestinal villi. However, the parameters of performance were not significantly affected by the addition of MOS to the diet. In the present study, strategic use of prebiotics during the production cycle brings up promising perspectives to modulate morphological features of the intestine, although it did not influence the growth of Nile tilapia juveniles.

Keywords: Prebiotic. Nile tilapia. Performance. Intestinal morphology.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição Básica das dietas experimentais utilizadas para os tratamentos de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	12
Tabela 2 Parâmetros de desempenho ($\bar{x} \pm DP$) de tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), suplementada com níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS) aos 30 e 60 dias de experimento.	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotomicrografia de corte histológico da porção proximal do intestino de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) no aumento 40X em coloração HE. A-B: medida da vilosidade, C: camada muscular.....	15
Figura 2. Consumo de ração individual (g) de tilápias-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) suplementadas com níveis crescentes de mananoligossacarídeos aos 30 dias.....	23
Figura 3. Consumo de ração individual (g) em tilápias-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) suplementadas com níveis crescentes de mananoligossacarídeos aos 60 dias.....	23
Figura 4. Altura da vilosidade intestinal ($\bar{x} \pm DP$) de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) suplementada com níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS) por 30 dias. Diferentes letras sobre cada coluna denotam diferença estatística pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).....	25
Figura 5. Altura da vilosidade intestinal ($\bar{x} \pm DP$) de juvenis de tilápia-do-Nilo (<i>O. niloticus</i>) suplementada com níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS) por 60 dias. Diferentes letras sobre cada coluna denotam diferença estatística pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Histórico da piscicultura no Brasil	3
2.2 Produção de peixes em tanque-rede.	4
2.3 Tilápia-do-Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>).	5
2.4 Prebióticos na nutrição de peixes	7
2.5 Mananoligossacarídeo.	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Dietas experimentais.....	12
3.2 Avaliação dos parâmetros de desempenho	13
3.3 Avaliação histológica do epitélio intestinal	14
3.4 Análises estatísticas.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 Desempenho zootécnico.....	17
4.2 Consumo de Ração	22
4.3 Altura das Vilosidades.....	25
5 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS.....	31
Anexo	41

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a piscicultura brasileira cresceu o equivalente a 60,2%, e a produção de tilápia-de-Nilo (*Oreochromis niloticus*) em apenas sete anos (2003-2009), aumentou 105% (MPA, 2010). Segundo a FAO, 2010 o Brasil poderá se tornar um dos maiores produtores do mundo até 2030, fortalecendo a produção através da incorporação de parques aquícolas continentais, como os reservatórios formados por barragem de hidrelétricas. A região Sul do Brasil destaca-se no cenário nacional como a maior produtora de tilápia-do-Nilo em sistemas intensivos de produção (MPA, 2010).

A intensificação dos sistemas de produção de peixes é acompanhada pelo elevado adensamento populacional, diminuição da qualidade da água que aliada a outros fatores, como o manejo zootécnico inerente aos sistemas intensivos de produção, causa estresse aos animais, tornando-os susceptíveis a infecções bacterianas, prejudicando o ganho de peso e o crescimento dos peixes (TORRECILAS et al., 2007). Como estratégias para minimizar as perdas por doenças bacterianas durante o ciclo de produção, se faz o uso de drogas antimicrobianas tanto para combater esses agentes infecciosos como para promover o crescimento, sendo adicionados a ração ou diretamente na água. Entretanto esta prática pode atuar selecionando bactérias resistentes e provocar o desequilíbrio bacteriano no intestino do animal. (YOUSEFIAN & AMIRI, 2009; BELEM-COSTA; CYRINO, 2006).

Contudo, tendo em vista a crescente preocupação com a saúde pública e a adoção de Boas Práticas de Manejo (BPMs) durante o ciclo de produção (QUEIROZ et al., 2006), os quimioterápicos estão sendo substituídos por outros compostos alternativos, como os prebióticos, devido à tendência do mercado consumidor à produtos produzidos sem aditivos químicos. Segundo Hisano et al. (2004) uma alternativa interessante para diminuir a utilização dos quimioterápicos são os prebióticos, que vem sendo amplamente investigados, já que muitos dos prebióticos constituem moléculas encontradas em organismos vivos como leveduras, de fácil extração e incorporação à dieta, além de não causar impactos no ambiente (MEURER, 2005).

Os prebióticos podem atuar auxiliando na multiplicação das bactérias benéficas, assim como impedir a colonização e infecção do epitélio intestinal pelas bactérias patogênicas, pois apresentam a capacidade de adsorver esses micro-organismos impedindo, a ligação destes com o epitélio intestinal. Desta forma auxiliando na manutenção da integridade tecidual, estimulando o aumento das vilosidades e, conseqüentemente, contribuem para a melhor conversão alimentar e o melhor desempenho dos peixes (LIRANÇO, 2009).

O uso de prebióticos na nutrição de peixes vem aumentando cada vez mais como alternativa ao uso de quimioterápicos como promotores de crescimento. Genc et al. (2007) utilizaram prebióticos MOS em híbridos de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) e obtiveram resultados positivos quanto a altura de vilosidades intestinais. Em robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), a inclusão do prebiótico promoveu o aumento significativo do crescimento (TORRECILAS et al., 2007). Staykov et al. (2007) obtiveram resultados significativamente melhores em ganho de peso e conversão alimentar com carpa (*Cyprinus carpio* L.) suplementadas com MOS. Salze et al. (2007) desafiaram cobia (*Rachycentron canadum*) em ambientes com diferentes concentrações salinas, obtendo resultados melhores quanto a sobrevivência e a altura de vilosidades com os animais que receberam o MOS. Porém seu uso na nutrição de peixes está na fase inicial quando comparado às espécies domésticas (aves e suínos).

1.1 Objetivos

Avaliar o efeito da suplementação de níveis crescentes do prebiótico mananoligossacarídeo (MOS) na dieta sobre índices de desempenho e morfologia do epitélio intestinal de juvenis de tilápia do Nilo mantidos em tanques-rede.

Obter informações que auxiliem no entendimento dos mecanismos de ação do prebiótico na nutrição de peixes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico da piscicultura no Brasil

A piscicultura juntamente com a produção animal vem experimentando avanços tecnológicos substanciais nas áreas de melhoramento genético, manejo, sanidade e nutrição, pois se trata de uma atividade que torna-se a cada dia mais importante como fonte de proteína para o consumo humano, fornecendo alimento saudável, sendo, portanto cada vez mais procurado pelo consumidor e recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (MPA, 2011).

Estima-se que a piscicultura teve inicio há 2.500 anos, na China para o consumo doméstico, expandido-se para a Europa, e no século XX para o Japão, sendo criados comercialmente. Porém, as pesquisas com nutrição iniciaram-se somente na década de 40 nos Estados Unidos da América (CASTAGNOLLI, 1992).

No Brasil, o primórdio da aquicultura deu-se na década de 30, quando as primeiras desovas de espécies nativas foram obtidas em cativeiro com sucesso (SUSSEL, 2008).

Entretanto, a piscicultura como atividade econômica é mais recente, embora o Brasil apresente um dos maiores potenciais hídricos do mundo para a aquicultura, pois possui recursos hídricos abundantes e grande extensão territorial, além de ter grande parte do território localizado em ambiente tropical, onde as temperaturas são adequadas para a criação de várias espécies durante o ano todo (CASTAGNOLLI, 1992; NOGUEIRA, 2007).

Os primeiros estudos no Brasil com vistas aos aspectos nutricionais dos peixes são do ano de 1981, sendo os peixes cultivados em viveiros escavados e alimentados com sobras de outras culturas agrícolas (SUSSEL, 2008). Apenas na década de 90 a nutrição animal e a eficiência das rações passaram a ser uma preocupação dos pesquisadores, os quais utilizaram rações de aves e de suínos. Entretanto, estas não atendiam às exigências nutricionais da espécie de peixe em questão, resultando em resíduos na água e rendimento insatisfatório (SUSSEL, 2008).

Um passo importante para a criação de peixes foi dado quando a partir de pesquisas foi desenvolvida a técnica para fabricar ração peletizada, evitando as

perdas de nutrientes na água e a deterioração. Os elementos da ração são aglomerados em peletes, deste modo a peletização da ração possibilitou a melhora no desempenho dos animais, através da melhor ingestão e da utilização de energia melhorada com este processo (ALVES, 2007). Entretanto a grande evolução ocorreu com a extrusão das rações, processo que possibilita a maior exposição dos nutrientes à ação digestiva, a melhor eficiência alimentar para os peixes e a menor deterioração da qualidade da água. Segundo Sussel (2008) apesar das grandes melhoras no desempenho que as inovações proporcionaram, quando comparados a aves ou suínos, os peixes ainda podem ser mais eficientes.

Contudo o Brasil é considerado a grande potência para o desenvolvimento da piscicultura, devido o clima e o território favorável.

Segundo MPA (2011) os reservatórios de usinas hidrelétricas (ANEEL) e propriedades particulares no interior do país, reservam 3,5 milhões de hectares de lâmina d'água, que podem ser explorados para a piscicultura em tanque-rede. Entretanto respeitando a resolução 357 de 2005 do CONAMA, que regulariza a utilização das águas afim de preservar e evitar a escassez quantitativa e qualitativa. A água doce pode ser classificada como, especiais, classe 1, classe 2, classe 3 e 4, onde as águas estabelecidas na classe 2 podem ser utilizadas para a pesca e para a aquicultura.

Acredita-se que com o crescimento de 10% ao ano a atividade aquícola mundial e o aumento no consumo *per capita* de peixes nos países da América Latina, o Brasil seja em 2030 o maior produtor mundial (QUEIROZ et al., 2005; FAO, 2006; MPA, 2011).

2.2 Produção de peixes em tanque-rede.

A aquicultura brasileira cresceu na ordem de 40% de 2008 a 2010, onde a piscicultura representa 82,3% da produção total da aquicultura continental. Este crescimento deve se em grande parte ao aumento de incentivos de políticas públicas (MPA, 2010). Entretanto, os aspectos geográfico e biológico é que possibilitam o desenvolvimento do Brasil nesta área, pois com o clima favorável e abundância de água para a exploração, os investimentos necessários são menores.

A criação de peixes em tanques-rede ou gaiolas cresce em diversos países e no Brasil este método pode ser uma alternativa para a utilização de açudes, lagos e represas de hidrelétricas, pois se trata de um sistema intensivo de produção com baixo custo de implantação, simples manejo, alta e contínua renovação de água, o que mantém a qualidade da água, removendo os dejetos e metabólitos, possibilita o adensamento e, portanto, uma produção maior (CARVALHO et al., 2010; MALLASEN et al., 2008; FURLANETO et al., 2006).

Diversas espécies de peixes nativos, tanto de água doce como marinho, possuem potencial para produção em tanques-rede e apresentam bom desempenho e produtividade, tais como tambaqui (*Colossoma macropomum*) (CHAGAS et al., 2003; GOMES et al., 2004), garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*) (SANCHES et al., 2006), lambari (*Astyanax bimaculatus*) (Vilela; Hayashi, 2001), matrinxã (*Brycon amazonicus*) (BRANDÃO et al., 2005), pirarucu (CAVERO et al., 2003) e surubim *Pseudoplatystoma* sp. (Burkert et al., 2008).

No entanto, entre as espécies exóticas que se destacam no panorama nacional está a tilápia-do-Nilo, representando 39% do cultivo de peixes (*O. niloticus*), principal peixe de água doce cultivado, em escala mundial (FAO, 2012; KUBITZA et al., 2012). No Brasil a região Sul do país é a maior produtora de tilápias, com 39,42%, principalmente devido a grande aceitação do mercado consumidor, as características rústicas da espécie, que permitem a adaptação a vários ambientes diferentes, a fácil obtenção de alevinos (AYROZA et al., 2008).

Por esses motivos a tilápia é a espécie mais cultivada em tanques-rede no país (KUBITZA, 2007). Entretanto para que piscicultura intensiva em tanque-rede seja economicamente rentável, é necessário o planejamento e o desenvolvimento de técnicas, tendo como base a produção, a conservação de recursos naturais e o desenvolvimento social, pois apresenta maiores riscos em relação a piscicultura tradicional (VALENTI, 2000; FURLANETO et al., 2006).

2.3 Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).

A produção da piscicultura no Brasil atingiu 60,2% de crescimento apenas entre 2007 e 2009. Isoladamente, a produção de tilápia aumentou 105% em apenas sete anos, entre 2003-2009 no Brasil (MPA, 2011), demonstrando a viabilidade econômica da tilapicultura. (NOGUEIRA, 2007)

A tilápia-do-Nilo *O. niloticus* é nativa do continente africano e da Ásia Menor, predominantemente de águas quentes (20 a 30°C) (SEBRAE, 2007). No Brasil a primeira introdução oficial da espécie aconteceu no ano de 1971 pelo DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) em projetos de peixamento dos reservatórios públicos da Região Nordeste, mas devido à falta de domínio sobre as técnicas de produção as taxas de êxito foram muito baixas (NOGUEIRA, 2007).

Atualmente, o desenvolvimento e difusão das técnicas de produção, a elaboração de trabalhos de pesquisa, o surgimento da tecnologia de reversão sexual permitiram que essa atividade começasse a se estruturar e se desenvolver no Brasil. A tilápia-do-Nilo é a espécie de peixe mais produzida em sistema intensivo, em função da fácil adaptação às variadas condições de cultivo das diferentes regiões do país, do rápido crescimento (cerca de seis meses), boa conversão alimentar, capacidade de assimilar tanto proteína de origem vegetal quanto animal, resistência às doenças e às condições ambientais inerentes aos sistemas intensivos de produção de peixes (manipulação, altas taxas de lotação e baixa qualidade da água). Além disso, sua carne apresenta características organolépticas desejáveis, tais como: sabor agradável, baixo teor de gordura e de calorias, inexistência de espinhos em "Y" intramusculares, o que facilita sua comercialização nos mercados interno e externo (SCHWARZ et al., 2010; NOGUEIRA, 2007).

Nogueira (2007) relata que as primeiras informações sobre a tilápia, como espécie promissora para a aquicultura ocidental, surgiram no início da década de 50, com citações sobre a tilapicultura como um dos melhores negócios para piscicultores e uma nova fonte para obtenção de proteínas. Estes peixes podem ser criados em sistemas, extensivos, semi-intensivos e intensivos. Sendo o intensivo mais utilizado comumente em tanques-rede, que, em muitos casos, são instalados nos lagos das hidrelétricas os quais representam um grande potencial ainda pouco explorado para estes fins (FAO, 2006; GARCIA, 2008). Entretanto, algumas situações podem prejudicar o desempenho dos peixes, como os fatores estressantes, a água, poluição, luz, temperatura, manejo, qualidade da ração e a densidade. Estes fatores podem ser a porta para doenças (SEBRAE, 2007).

Segundo FAO (2006), os principais problemas em pisciculturas de tanques rede estão ligados às bactérias, parasitos, fungos e as técnicas empregadas no

controle destes agentes causadores de doenças, pois o controle ocorre através do emprego de antibióticos. Alguns agentes patogênicos são comuns ao ambiente de tanque-rede como as bactérias *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium columnare*, *Streptococcus iniae*, parasitos, como *Ichthyophthirus multifiliis*, *Trichodina*, *Argulus* e *Lernaea* e fungos, como *Saprolegnia*. Adicionalmente o adensamento promovido pelo sistema intensivo de produção potencializa os problemas, criando um ambiente mais susceptível para estes organismos se desenvolverem. Sendo assim, o emprego de aditivos naturais, como os prebióticos, poderia ser uma alternativa de baixo custo e sustentavelmente correta, para amenizar os problemas na piscicultura potencializados pela criação intensiva.

2.4 Prebióticos na nutrição de peixes

A piscicultura, para acompanhar o mercado consumidor em plena expansão, intensifica as criações para suprir a demanda. Sistemas intensivos de produção são caracterizados pelo adensamento populacional, podendo chegar até 250 kg m⁻³ (OZÓRIO et al., 2004; NOGUEIRA; RODRIGUES, 2007). Entretanto, a intensificação da criação acarreta alguns problemas, que prejudicam o desempenho, pois ocasiona a diminuição da qualidade da água, que aliada a outros fatores, como o estresse causado pelo manejo zootécnico, torna os animais susceptíveis a infecções bacterianas e a ocorrência de surtos epizoóticos com grande mortandade de peixes, acarretando grandes prejuízos ao produtor, nesses casos, o uso da antibioticoterapia é comum, entretanto esta prática pode atuar selecionando bactérias resistentes e provocar o desequilíbrio da microbiota do intestino do animal (GARCIA, 2008; YOUSEFIAN & AMIRI, 2009).

Este fato aumentou a preocupação com o uso de antibióticos, provocando 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 aquicultura, surge o interesse em desenvolver estratégias alternativas para controlar as doenças (GATLIN III et al., 2006), dentre elas a suplementação alimentar estratégica.

Uma das estratégias para diminuir a utilização deste químico são os prebióticos, que vem sendo amplamente investigados. Prebióticos são componentes alimentares não digeridos pelos sais e ácidos produzidos pelo animal no processo

de digestão, mas fermentados por determinados microrganismos do trato gastrointestinal, proporcionando benefícios ao hospedeiro com melhoras no crescimento, digestão dos nutrientes, imunidade e resistência às doenças através da estimulação seletiva da proliferação no trato digestório (BURR; GATLIN, 2005; GATLIN et al., 2006).

Os prebióticos podem ser componentes dos ingredientes da dieta ou adicionados a ela por meio de fontes exógenas concentradas (SILVA; NÖRNBERG, 2003). Os prebióticos incluem a lactulose, a inulina e diversos oligossacarídeos como fructooligossacarídeos (FOS), transgalactooligossacarídeos (TOS), xilooligossacarídeos (XOS), galactooligossacarídeos (GOS) e mananoligossacarídeos (MOS), que fornecem carboidratos às bactérias benéficas do intestino, as quais são capazes de fermentar estes nutrientes e, portanto retirar a energia para o seu desenvolvimento (SAAD, 2006). Adicionalmente, o prebiótico pode inibir a multiplicação de patógenos, adsorvendo-os e eliminando do trato gastrointestinal, garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro. No entanto os prebiótico não são a única alternativa para promover a melhora na saúde dos peixes. Probióticos e simbiontes caracterizam com uma boa opção bem como os prebiótico.

Probióticos são como micro organismos vivos que quando administrados em doses adequadas conferem efeito benéfico à saúde do hospedeiro, podendo contribuir com o crescimento e com a resposta imune dos peixes, quando adicionados a dieta. (FAO/OMS, 2001; KESARCODI-WATSON et al., 2008).

Já os simbiontes resultam da combinação de culturas probióticas com ingredientes prebióticos, possibilitando a sobrevivência de bactérias probióticas na dieta e no trato gastrointestinal. Promovendo uma ação conjunta entre probióticos e prebiótico (STEFÉ et al., 2008).

Dentre os prebióticos mais utilizados, o mananoligassacarídeo (MOS) se destaca no cenário da produção animal e vem sendo amplamente investigado na nutrição de peixes.

2.5 Mananoligossacarídeo.

O mananoligossacarídeo (MOS) é um prebiótico derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, onde são encontradas manoses, as quais promovem ligações com o envoltório bacteriano de alguns microrganismos patogênicos, impedindo a ligação dos mesmos com o epitélio intestinal e com outras bactérias impossibilitando a formação de colônia e contribuindo para a manutenção da integridade epitelial.

Schwarz et al. (2010) relatam que a adição de MOS na dieta de tilápias-do-Nilo contribuiu para a melhoria da conversão alimentar e Hisano et al. (2008) obtiveram resultados sobre o ganho de peso e comprimento com camarões. Carvalho et al., (2011); Sousa (2010); Hisano et al., (2008) Estudos demonstram o aumento na altura do espessamento e da densidade das vilosidades intestinais, devido a suplementação com MOS em tilápias do Nilo. Semelhante aos resultados obtidos por larvas de cobia (*R. canadum*) por Salze et al. (2008), onde foram observados menos vacúolos supranucleares nos enterócitos.

Da mesma forma, Torrecillas et al. (2007) confirmaram em experimentos conduzidos com robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*) os efeitos positivos do MOS (2 e 4% de inclusão na dieta) melhorando o crescimento, e a digestibilidade. As paredes celulares de leveduras, locais de extração do prebiótico, também são utilizadas como promotores de crescimento em tilápias-do-Nilo, em que leveduras autolisadas proporcionaram ganho de peso maior em relação ao controle (Hisano et al., 2007) e em truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) o MOS promoveu resposta sob o epitélio intestinal (STAYKOV et al., 2007a).

Da mesma forma Daniels et al. (2006) relataram bons resultados com a suplementação de MOS à dieta de lagostas (*Homarus gammarus*). No entanto Daniels et al. (2007) relataram em trabalho posterior que a adição em maiores concentrações causou danos ao epitélio intestinal dos animais. Portanto, evidencia-se em alguns experimentos que a adição do prebiótico MOS pode não promover efeitos significativos sobre o desempenho dos animais, como relatado por Grisdale-Helland et al. (2008) com salmão do Atlântico (*Salmo salar*), Mansour et al. (2012) com juvenis de Esturjão gigante (*Huso huso*) e bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (WELKER et al., 2007).

Sendo assim, existe ainda uma lacuna a ser preenchida no que diz respeito ao uso de prebióticos na nutrição de peixes, como a necessidade de determinar um protocolo de utilização de suplementos alimentares, identificando a concentração e o período correto de utilização no organismo em questão, pois a eficiência do prebiótico pode variar de acordo com diversos fatores, tais como a idade do peixe, o sistema de criação, a composição da dieta e a condição de estresse a que o peixe é submetido (VOLPATTI et al., 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no lago da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, no rio Jacutinga, localizada no município de Boa Vista da Aparecida, no estado do Paraná.

Foram utilizados quatro tanques rede, com 5 m³ de volume, onde foram alocados em cada um, quatro gaiolas experimentais de policloreto de vinila atóxico de 0,25m³ de volume com malha de 15 mm de abertura. Os tanques rede foram posicionados nos pontos 1, 2, 3 e 4 localizados respectivamente nos Ponto 1 - X 254218,90; Y 7183223,51; Ponto 2 - X 254300,90; Y 7183111,70; Ponto 3 - X 254224,90; Y 7183057,00; Ponto 4 - X 254143,60; Y 7183168,10. Os juvenis de tilápia-do-Nilo *O. niloticus* com peso inicial 12,62 g provenientes de piscicultura comercial foram distribuídas nas 16 gaiolas experimentais.

Para isto, os espécimes foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01g, medidos e separados em lotes homogêneos com 20 animais por tanque. Antes do início do estudo, os peixes passaram por um processo de adaptação ao ambiente e à alimentação padrão sem a adição de MOS, por 15 dias.

A distribuição nas gaiolas configurou um ensaio organizado em delineamento de blocos ao acaso com quatro tratamentos: 0,0; 0,2; 0,4 e 0,8% de inclusão de mananoligossacarídeo (MOS) na dieta (n=4). Os peixes foram alimentados por 60 dias nos meses de dezembro e janeiro, com quatro refeições diárias (08h00min; 11h30min; 14h30min e 18h00m) até aparente saciedade. As condições de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade da água foram monitorados diariamente durante todo o período experimental.

3.1 Dietas experimentais

Os ingredientes para a dietas experimentais foram doados pela Anhambi Alimentos Ltda., localizada em Itapejara d'Oeste no estado do Paraná – BR. A dieta formulada apresentava composição básica com os níveis de garantia apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição Básica das dietas experimentais utilizadas para os tratamentos de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Níveis de garantia	
umidade máxima	120 g/kg
proteína bruta (min):	320 g/kg
extrato etéreo (min)	40 g/kg
matéria fibrosa (max):	60 g/kg
matéria mineral (max):	130 g/kg

Premix vitamínico e mineral (por kg de ração) cálcio (min/max):14/34 g/kg, fosforo (min) 10 g/kg, lisina 17 g/kg, metionina 6100 mg/kg, vitamina A (min) 15.000 UI/kg, vitamina D3 (min): 3000 UI/kg, vitamina E (min): 180 mg/kg, vitamina K3 (min): 6,0 mg/kg, vitamina B1 (min): 18 mg/kg, vitamina B2 (min): 32 mg/kg vitamina B6 (min): 22 mg/kg, vitamina B12 (min): 40 mcg, vitamina C (min): 422 mg/kg, ácido nicotínico 150 mg/kg, ácido pantotênico 60 mg/kg, ácido fólico (min): 10 mg/kg, biotina (min): 1,50 mg/kg, inositol (min): 238 mg/kg, ferro (min): 65 mg/kg, cobre (min): 10,40 mg/kg, zinco (min): 130 mg/kg, manganês (min): 65 mg/kg, iodo (min): 1,30 mg/kg, selênio (min): 0,40 mg/kg, cobalto(min): 0,35 mg/kg, sódio 2400 mg/kg, colina 350 mg/kg, antioxidante 200 mg/kg, aditivo enzimático 125 mg/kg.

A dieta foi composta ração comercial na forma de matéria prima farelada, fornecida pela empresa Anhambi Alimentos Ltda, contendo 32% de proteína bruta, atendendo as exigências nutricionais da espécie.

As dietas apresentavam milho moído, farinha de carne e ossos de bovino, cloreto de sodio, cloreto de colina, farelo de soja, protenose, farelo de trigo, dl-metionina, farinha de visceras, farelo de girassol, l - lisina, vitamina c, antioxidante, premix vitamínico mineral, farinha de peixe, como composição básica. As rações foram extrudadas posteriormente no Laboratório de Processamento de Rações do Grupo de Estudos de Manejo em Aquicultura (GEMaQ) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Câmpus de Toledo. Após a extrusão, as dietas foram submetidas

à secagem em estufa de ventilação forçada a temperatura de 55 °C por 24 horas, posteriormente armazenadas em recipientes plásticos e mantidas sob refrigeração durante todo período experimental.

3.2 Avaliação dos parâmetros de desempenho

Aos 30 e aos 60 dias de experimento os peixes foram submetidos a um jejum de 24h, sedados em gelo, pesados em balança de precisão e medidos com paquímetro. Os índices de desempenho foram avaliados considerando-se os seguintes parâmetros (BICUDO et al., 2009):

- Ganho de peso (g):

$$GP = Pf - Pi$$

Em que, Pi é o peso inicial e Pf é o peso final.

- Índice de conversão alimentar:

$$ICA = CA/GP$$

Em que, CA é consumo alimentar e GP é ganho de peso.

- Taxa de crescimento específico (% crescimento dia⁻¹):

$$TCE = 100 \times \frac{\ln Pf - \ln Pi}{\text{Dias}}$$

Em que lnPi é o logaritmo natural do peso inicial e lnPf o logaritmo natural do peso final.

Ao final de cada período experimental (30 e 60 dias), dois peixes de cada repetição foram amostrados aleatoriamente, sacrificados com gelo e água 1:1 e, individualmente, pesados em balança de precisão e medidos para coleta de fragmentos do intestino para realização da análise histológica.

3.3 Avaliação Histológica do Epitélio Intestinal

O procedimento histológico foi realizado no Laboratório de Controle Biológico da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos. De tal modo, a coleta de material biológico para análise histológica foi realizado aos 30 e 60 dias de experimentação. Foram avaliados dois exemplares de cada unidade experimental, totalizando oito espécimes por tratamento.

Para avaliação histológica das estruturas, foi tomada a porção inicial do intestino, três centímetros a partir do piloro, seguindo a metodologia proposta por Garcia (2008). Depois da retirada do fragmento do intestino, foi realizado o corte longitudinal da porção amostrada e as extremidades presas em uma base de cartolina retangular de modo a manter as vilosidades expostas.

Para o processamento foram retirados fragmentos da parte anterior do intestino. Essas foram fixadas em Bouin (5 mL de formaldeído 5% + 25 mL de ácido acético glacial 5% + 75 mL de solução saturada de ácido pícrico 5% aquoso) por 8 horas, lavadas em álcool 70% (3 x 15 minutos) e armazenadas em álcool 70% até o processamento.

As amostras armazenadas em álcool 70% foram desidratadas em soluções alcoólicas em concentrações crescentes (álcool 80%: 10 minutos, álcool 90%: 10 minutos, álcool 95%: 10 minutos, álcool 98%: 10 minutos e álcool 100%: 2 x 15 minutos), sendo posteriormente diafanizadas em Xilol (Xilol I: 20 minutos, Xilol II: 20 minutos, Xilol III: 10 minutos e Xilol-parafina: 30 minutos). Após a completa desidratação foi realizada a parafinização (Parafina I: 180 minutos e Parafina II: 15 minutos) e para o emblocamento em Parafina Histológica (Parafina Histológica/Cera de abelha 4:1).

O material emblocado foi cortado em micrótomo rotativo, com cortes de 5 µm de espessura. Estes foram montados em lâmina de vidro para microscopia (3,0 x 10,0 cm) contendo albumina, sendo, posteriormente, assentados sobre chapa quente para distensão dos cortes. Na sequência, foram eliminados os resíduos de albumina e as lâminas permaneceram sete dias em estufa a 35 °C, para secarem completamente.

Os cortes foram corados pelo método H/E (Hematoxilina/Eosina), para isto foi realizada a desparafinização (Xilol I: 10 minutos, Xilol II: 10 minutos, álcool 100% I: 2

minutos, álcool 100% II: 2 minutos) e a reidratação destes (álcool 90%: 2 minutos, álcool 80%: 2 minutos, lavagem em água destilada corrente: 2 minutos). Para a coloração, os cortes foram banhados em Hematoxilina (30 segundos), lavados em água corrente (10 minutos), banhados em Eosina (5 segundos) e novamente lavados em água destilada corrente (10 segundos). Estes ficaram em estufa a 35 °C por dois dias, para secagem completa dos corantes, quando foram recobertos por lamínulas de vidro para microscopia (2,3 cm x 3,6 cm) e fixados com Bálsamo do Canadá. Foram confeccionadas cinco lâminas para cada peixe amostrado.

As lâminas contendo os cortes foram pré-selecionadas em Microscópio de Luz, sendo fotografadas com sistema para captura de imagem câmera digital (DCM câmera digital para microscópio 130E 1,3 pixels, chip CMOS Software Scopephoto) conectada a um microscópio de luz (EDUTECH 502 AC). De posse das imagens, foi possível determinar a altura das vilosidades (ápice das vilosidades até o início da camada muscular), para isto foi utilizado o software de análise BEL Eurisko (Figura 1).



Figura 1. Fotomicrografia de corte histológico da porção proximal do intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) no aumento 40X em coloração HE. A-B: medida da vilosidade, C: camada muscular.

3.4 Análises Estatísticas

Para atender as premissas da análise de variância (ANOVA), todos os dados passaram por uma análise exploratória para avaliação da normalidade e homogeneidade das variâncias. Posteriormente, os resultados foram submetidos à ANOVA e a análise de regressão para os parâmetros quantitativos. Para avaliação de diferenças entre as médias foi realizado o teste de Tukey ao nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$) (STEEL; TORRIE, 1980).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ambiente proporcionou condições adequadas para o desenvolvimento da tilápia do Nilo, não promovendo situações de estresse. O valor médio de temperatura foi $30,4 \pm 0,75$ °C, de oxigênio dissolvido $6,56 \pm 0,55$ mg.L⁻¹, de pH $7,99 \pm 0,69$ e de condutividade elétrica $6,8 \pm 0,14$ μS.cm⁻¹. Os parâmetros avaliados mantiveram-se estáveis e dentro da faixa de conforto para a espécie (BOYD, 1990; EL-SAYED, 2006).

4.1 Desempenho zootécnico

Aos 30 e aos 60 dias do período experimental os parâmetros de desempenho não foram significativamente alterados com a suplementação de níveis crescente de MOS à ração de tilápia-do-Nilo. (Tabela 02).

Tabela 2 Parâmetros de desempenho ($\bar{x} \pm DP$) de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*), suplementada com níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS) aos 30 e 60 dias de experimento.

30 dias					
MOS	0,0%	0,2%	0,4%	0,8%	P
GP(g)	16,500 ± 0,61	16,742 ± 2,32	18,549 ± 0,88	18,681 ± 1,36	0,1031
TCE(%)	2,7799 ± 0,24	2,9430 ± 0,17	2,9146 ± 0,24	3,0010 ± 0,17	0,5129
ICA	1,18425 ± 0,05	1,29231 ± 0,18	1,26068 ± 0,11	1,26589 ± 0,12	0,6305
60 dias					
GP(g)	69,31 ± 1,11	70,84 ± 5,75	76,74 ± 3,98	75,36 ± 1,14	0,0664
TCE(%)	3,10 ± 0,04	3,15 ± 0,10	3,25 ± 0,12	3,24 ± 0,1	0,1496
ICA	1,49 ± 0,08	1,68 ± 0,18	1,72 ± 0,08	1,61 ± 0,07	0,0761

Ganho de Peso (GP), Taxa de Crescimento Específico (TCE), Índice de Conversão Alimentar (ICA).
Com peso médio inicial 12,62 g.

Resultados semelhantes foram observados em larvas e juvenis de tilápia-do-Nilo suplementadas com aproximadamente 1,4% (MICHELATO et al., 2007), entre 0,34 e 1% (SCHWARZ et al., 2009) e 1% (SCHWARZ et al., 2010) de MOS. No entanto, a suplementação com 3%, segundo Schwarz et al. (2010), prejudicou o desempenho dos peixes.

Samrongpan et al. (2009) observaram que a suplementação com níveis crescentes de MOS não influenciaram a conversão alimentar, entretanto influenciaram o ganho de peso. Resultado consoante ao obtido por Hisano et al. (2007) com tilápias (*O. niloticus*) suplementadas com leveduras e derivados, em que a adição com 1,3% e 1,59% de levedura autolisada proporcionou índices de desempenho produtivos melhores que o controle, porém a suplementação com levedura intacta e sua parede celular não alterou o desempenho dos peixes, igual resultado obtiveram Genc et al. (2007), onde híbrido de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) frente não melhoram o desempenho com a inclusão do MOS a dieta.

Corroborando com os resultados do presente trabalho, a suplementação de prebiótico (associação de β -glucano e mananoligossacarídeo) em tilápias-do-Nilo criadas em tanque-rede, não afetou o ganho de peso e taxa de crescimento específico (GARCIA, 2008). Entretanto, em outro trabalho realizado, utilizando suplementos à base de algas, onde há presença de polissacarídeos não amiláceos semelhantes aos oligossacarídeos, ocorreu correlação positiva entre a adição do suplemento e o ganho de peso (GARCIA, 2009).

Resultados que mostram a falta de resultados positivos são relatados em outras espécies de peixes e de animais utilizados na aquicultura.

Como em peixes da espécie *Sciaenops ocellatus* ("red drum") suplementados por oito semanas com MOS, não apresentaram melhora no ganho de peso, além de apresentar menor sobrevivência (ZHOU et al., 2010), o mesmo foi observado em dourada (*Sparus aurata*), suplementada com MOS mais farinha de peixe como fonte proteica ou MOS mais a adição de farelo de soja substituindo parcialmente a farinha de peixe (DIMITROGLOU et al., 2010b).

Em bagres do canal (*I. punctatus*), Peterson et al. (2010) relatam que o prebiótico não atuou positivamente sobre os parâmetros TCE e CA, resultados similares aos obtidos por Refstie et al. (2010) utilizando parede celular de leveduras e por Grisdale-Helland et al. (2008) utilizando β -Glucanos e MOS em salmão do Atlântico (*Salmo salar*).

Outras espécies de peixes também se comportam da mesma forma que observado no presente trabalho quando suplementados com o prebiótico MOS e derivados.

Hernández et al. (2012) relatam que em juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) tratados com ácidos orgânicos extraídos da parede celular de levedura, por Mansour et al. (2012), em que adicionaram MOS a ração para juvenis de esturjão gigante (*Huso huso*).

Peterson et al. (2012) utilizando bagres alimentados com dietas com e sem MOS, no qual a ração foi extrudada em diferentes temperaturas, não apresentou melhoras no desempenho, no entanto o grupo alimentado com MOS na dieta processada em temperatura baixa, apresentou sobrevivência superior quando desafiado pela bactéria *Edwardsiella ictaluri* em relação aos demais tratamentos.

Portanto, pode se inferir que a temperatura durante o processo de extrusão pode influenciar na atividade do prebiótico.

Da mesma forma que outras espécies de peixes, a tilápia-do-Nilo também pode não ser influenciada pela adição de MOS à dieta, como observado por Caspary, (1992), Fabregat, (2006) e Carvalho et al. (2011) quando utilizaram o prebiótico (MOS) e por Medri et al. (2000) substituindo a soja da ração por leveduras de destilaria (*Saccharomyces cerevisiae*). Estes resultados podem ser justificados por diversos fatores segundo os autores, como o curto período experimental, o número de repetições e a falta de desafios ou fatores estressantes, o que dificulta a observação do efeito do prebiótico sobre o animal ou o animal não chega a um estágio que necessite do prebiótico para se desenvolver.

No entanto, diversos autores relatam alterações positivas com a adição de MOS à dietas de peixes e de outros animais. Maiores taxas de sobrevivência foram relatadas em trutas arco-íris (*O. mykiss*) (STAYKOV et al., 2007a) e em cobia (*R. canidum*) (SALZE et al., 2008) suplementados com MOS na dieta, assim como sobre a biomassa total em truta (*Salmo gairdneri irideus*) e carpa comum (*Cyprinus carpio*) (STAYKOV et al. 2007b). Além de efeitos em peixes, Sang e Fotedar (2011) também relataram a melhora na sobrevivência e biomassa total em invertebrados aquáticos como a lagosta marron (*Cherax tenuimanus*), quando suplementadas com 0,2% e 0,4% de MOS.

Da mesma forma, Mazlum et al. (2011) utilizaram lagostas da espécie *Astacus leptodactylus* e observaram melhora significativa no crescimento e conversão alimentar nos animais suplementados com 0,3 % de MOS. Ainda, Daniels

et al. (2010) também observaram resultados promissores em larvas de lagostas (*Homarus gammarus*) alimentadas com uma dieta contendo *Bacillus* spp. e MOS.

Van Hai e Fotedar (2009) também relataram melhora no desempenho de camarões (*Penaeus latissulcatus*) com a adição de MOS e Flemming (2005) relatou resultados similares em frangos.

Diante dos diversos resultados descritos na literatura, ainda há uma grande incerteza frente às respostas proporcionadas pelos prebióticos e mais especificamente, frente às respostas observadas na utilização do MOS nas diferentes espécies de animais aquáticos. Essas respostas podem ser de difícil verificação, pois são indicativos muito sutis e sensíveis, sofrendo interferências de múltiplos fatores, tais como o ambiente, nutrição e biologia de cada espécie estudada. Dessa forma, as respostas biológicas nem sempre são observadas e isso pode estar relacionado a diversos fatores como o tipo de ingrediente da dieta, o nível de desafio, o estresse a que o animal está submetido e ao período experimental (OLIVEIRA et al., 2007; CARVALHO, 2011).

Portanto, quando as condições de sanidade e ambientais são boas, os prebióticos podem não apresentar efetividade sobre o desempenho (LIMA et al., 2003). Isto por que, segundo Loddi et al. (2000), nestes ambientes as condições de estresse sobre o animal é inexistente, o que pode interferir nos possíveis efeitos do prebiótico sobre o desempenho animal.

Neste contexto a tilápia-do-Nilo se destaca quando comparada a outras espécies de peixes, pois apresenta características tais como a rusticidade, a fácil adaptação a ambientes diversos e a dietas com os mais variados ingredientes, o que pode dificultar a percepção da ação do prebiótico. Desta forma, a alta capacidade de resiliência a estressores que a espécie apresenta pode mascarar a atuação do prebiótico sobre o desempenho.

Entretanto, em períodos experimentais mais longos, as condições ambientais poderiam sofrer alterações, ou até mesmo o crescimento dos peixes poderia causar situações de estresse, somado a competição pelo espaço no tanque-rede que também aumentaria (capacidade suporte), possibilitando a atuação do prebiótico, salientando que habitualmente as criações ocorrem em sistemas intensivos onde esta situação é comum (HERNÁNDEZ et al., 2012).

Durante o período experimental do presente trabalho esta situação de competição não foi promovida, pois os animais permaneceram nos tanques por um curto período (60 dias), o que não possibilitou o crescimento necessário para que a capacidade suporte fosse atingida.

Outras variáveis podem ter influenciado a atuação do MOS sobre o desempenho, tais como o processo de fabricação, pois segundo Silva e Nörnberg (2003), a espessura da parede celular das leveduras é determinante para a atuação do mesmo, pois proporciona maior ou menor resistência à ação das enzimas, dificultando a degradação dos componentes e impedindo a utilização dos mesmos pelo animal.

A produção de muco pelas células da mucosa intestinal pode alterar a digestão e a absorção de nutrientes e desta forma, interferir no desempenho zootécnico do animal segundo Silva e Nörnberg (2003), o MOS é um polissacarídeo não-amiláceo que pode estimular as células caliciformes intestinais, promovendo o aumento na produção de muco e de ácidos no intestino, e desta forma aumentar a viscosidade do bolo alimentar, diminuindo a velocidade de trânsito do mesmo, e, conseqüentemente, diminuindo o consumo de ração pelo animal prejudicando o desempenho.

Adicionalmente a produção de muco pode ter dificultado também a ação das enzimas, pois com o aumento da viscosidade, a interação das enzimas com o alimento seria dificultado, prejudicando a digestibilidade e a absorção dos nutrientes devido a menor interação enzimática entre o alimento e as enzimas e dos alimentos com os enterócitos intestinais (HISANO et al., 2008).

Mörschbacher (2009) destaca que o fato de não ser verificado diferenças significativas entre os níveis de inclusão de MOS pode ser considerado um resultado positivo, pois muitas vezes estes produtos podem prejudicar a palatabilidade, diminuindo o consumo pelo animal ou prejudicando o crescimento, devido a presença dos polissacarídeos não-amiláceos.

Resultados positivos sobre o desempenho são relatados por diversos autores e podem ser entendidos e explicados devido aos componentes da parede celular das leveduras como o MOS sobre os parâmetros zootécnicos.

Hisano et al. (2008) e Schwarz et al. (2010) justificam a melhora no desempenho dos animais com base na menor taxa de passagem do bolo alimentar

provocada pela adição do MOS à dieta, possibilitando melhor digestão e absorção dos nutrientes.

Além da menor taxa de passagem da dieta, a melhor utilização da proteína obtida pelos peixes pode estar relacionada ao fato do MOS possuir na sua composição química proteínas e oligossacarídeos. Estes compostos segundo Silva e Nörnberg, (2003), Garcia (2009) e Schwarz et al. (2010), poderiam ter contribuído para maior eficiência proteica e para o controle da proliferação de bactérias indesejáveis por meio da produção de ácidos graxos de cadeia curta que acidificam o intestino e servem de alimento pelos enterócitos induzindo a hipertrofia da mucosa intestinal, aumento de seu peso e superfície, o que otimiza a digestão e a absorção dos nutrientes.

Portanto, a adição de MOS proporciona a melhora na saúde dos peixes, prevenindo e impedindo a colonização do trato por bactérias patogênicas. Quando as bactérias se ligam por meio das fimbrias tipo I a molécula de manose do MOS, que é semelhante quimicamente ao sítio de ligação do enterócito do epitélio eliminando-as do animal, evitando a colonização e mantendo a integridade das vilosidades (MORAN, 2004; STAYKOV et al., 2005; STAYKOV et al., 2007) o que permite a maior superfície livre e a maior absorção de nutriente. Segundo Junqueira e Carneiro (2005), a integridade e o tamanho da vilosidade intestinal possibilitam maior absorção dos nutrientes, resultando na melhoria do desempenho.

O uso de prebióticos na nutrição de peixes enseja a produção sustentável com o mínimo de impacto ambiental e maior produtividade e desempenho dos animais. Entretanto as pesquisas sob este aspecto encontram-se ainda em fase inicial e o corpo de informações existentes na literatura ainda é incipiente, visto que resultados antagônicos são descritos em várias espécies de animais domésticos e de peixes.

4.2 Consumo De Ração

Aos 30 e 60 dias do período experimental o consumo de ração individual (CRI) sofreu alteração significativa com a adição do prebiótico MOS (figura 2 e 3).

Peixes suplementados com 0,4% de MOS na dieta aos 60 dias, apresentaram maior consumo de ração ($p < 0,05$) quando comparados aos peixes do tratamento controle.

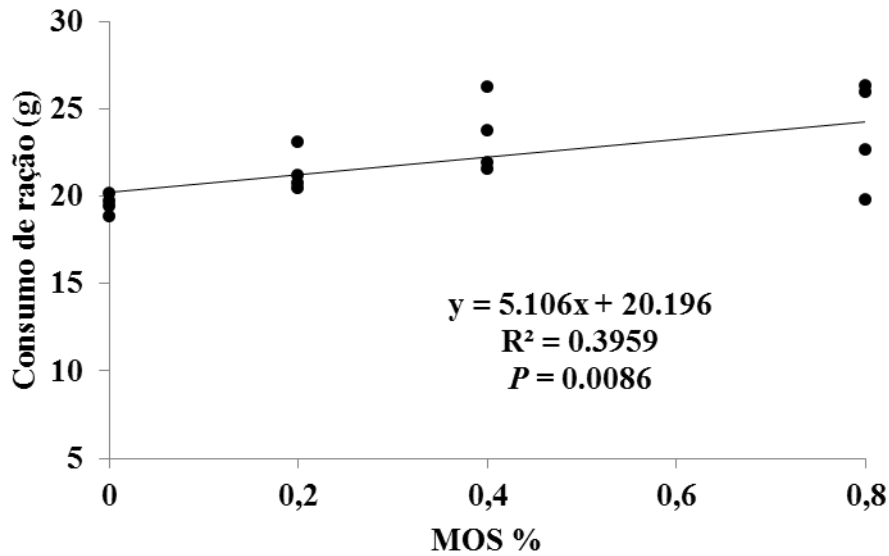


Figura 2. Consumo de ração individual (g) de Tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) suplementadas com níveis crescentes de mananoligossacarídeos aos 30 dias.

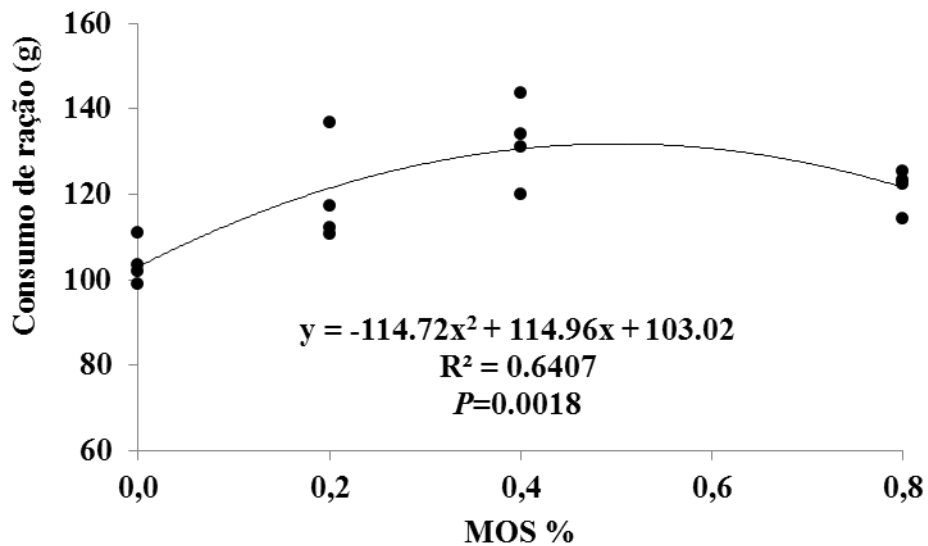


Figura 3. Consumo de ração individual (g) em Tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*) suplementadas com níveis crescentes de mananoligossacarídeos aos 60 dias.

Resultado similar obtiveram Hisano et al. (2007) em Tilápias-do-Nilo alimentadas com rações contendo 0,1, 0,2 e 0,3% de parede celular de leveduras.

Já Mansour et al. (2012) obtiveram aumento no consumo no grupo tratado com 0,4% MOS, em juvenis de esturjão gigante (*Huso huso*). No entanto, Refstie et al. (2010) também observaram efeito sobre o consumo de ração em salmão do Atlântico suplementados com MOS.

Sado, (2008) por sua vez, observou que a inclusão de níveis crescentes de MOS na dieta de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) não apresentou efeito sobre o desempenho e, ainda, o consumo de ração diminuiu à medida que os níveis de inclusão do MOS aumentavam.

Apesar de diversos resultados contraditórios observados na literatura, o aumento no desempenho de animais suplementados com prebióticos pode ser relacionado ao aumento na produção de muco e de ácidos orgânicos a partir da digestão de oligossacarídeos, o que beneficia o animal por meio do aumento da viscosidade do bolo alimentar diminuindo a velocidade de passagem pelo intestino, possibilitando a melhor digestão e absorção dos nutrientes (HISANO et al. 2008; HISANO et al. 2007; SILVA; NORBERG, 2003).

Porém, esse aumento da viscosidade também pode ser prejudicial, já que pode dificultar a ação das enzimas na digestão de forma a impedir a interação enzima-substrato e a interação entre os nutrientes e a mucosa intestinal, agindo de forma negativa no processo de saciedade, o que pode ocasionar comportamento de hiperalimentação e consequente aumento no consumo de ração (SILVA; NORBERG, 2003).

A adição de leveduras/oligossacarídeos juntamente com a presença de aminoácidos e ácidos nucleicos na ração podem estimular a alimentação dos animais, por conferir maior atratividade e palatabilidade, quando comparados com outros ingredientes das rações (PEREIRA-DA-SILVA; PEZZATO, 2000; HISANO et al., 2007; GARCIA, 2009). Somado a isso, o aumento no consumo de ração também pode ser estimulado pela redução dos níveis de glicose no plasma, o que retarda ainda mais a sensação de saciedade nos animais (RUTTER et al., 2002).

No contexto do presente trabalho, pode-se inferir que a suplementação de 0,4% de MOS na dieta aos 60 dias, pode ter tornado a ração mais palatável estimulando o maior consumo de ração, ao mesmo tempo em que os outros níveis não provocaram esta resposta da tilápia-do-Nilo. Já que o tratamento controle (sem suplementação) não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos (0,2% e 0,8%).

Entretanto a adição de 0,8% aos 60 dias pode ter tornado a ração menos atrativa e palatável, por uma possível superdosagem do prebiótico adicionado como observado por Sado et al. (2008).

4.3 Altura Das Vilosidades

No presente trabalho foi observado efeito significativo da adição de MOS à dieta sobre a morfologia intestinal. Aos 30 dias de experimento, a adição de 0,4% promoveu maior ($P < 0,05$) altura das vilosidades ($436,984 \pm 66,82 \mu\text{m}$), seguido do controle ($401,011 \pm 70,73 \mu\text{m}$) que não diferiu da adição de 0,8% ($404,090 \pm 62,62 \mu\text{m}$), resultados apresentados na figura 04. Entretanto, aos 60 dias de experimento os peixes alimentados com a dieta controle (sem inclusão de MOS) apresentaram maior altura de vilosidades ($p < 0,05$) ($436,300 \pm 87,02 \mu\text{m}$) em comparação aos demais tratamentos (Figura 05).

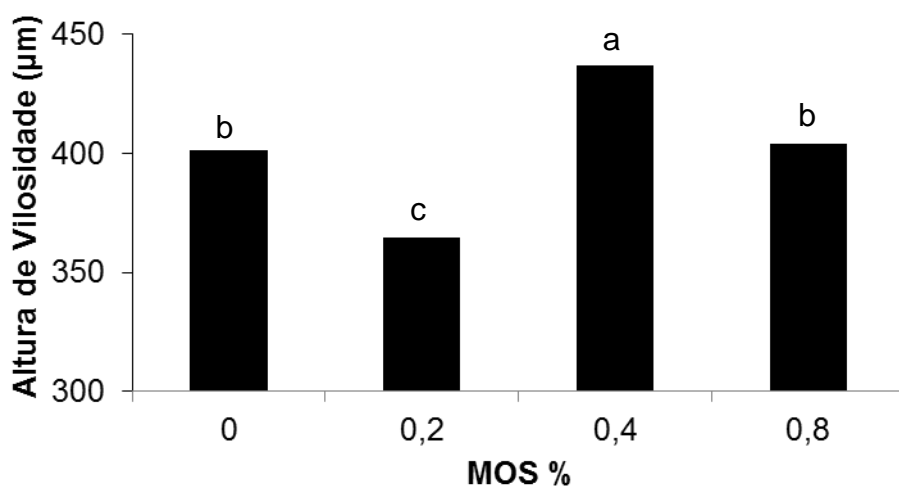


Figura 4. Altura da vilosidade intestinal ($\bar{x} \pm DP$) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) suplementada com níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS) por 30 dias. Diferentes letras sobre cada coluna denotam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p = 0,05$).

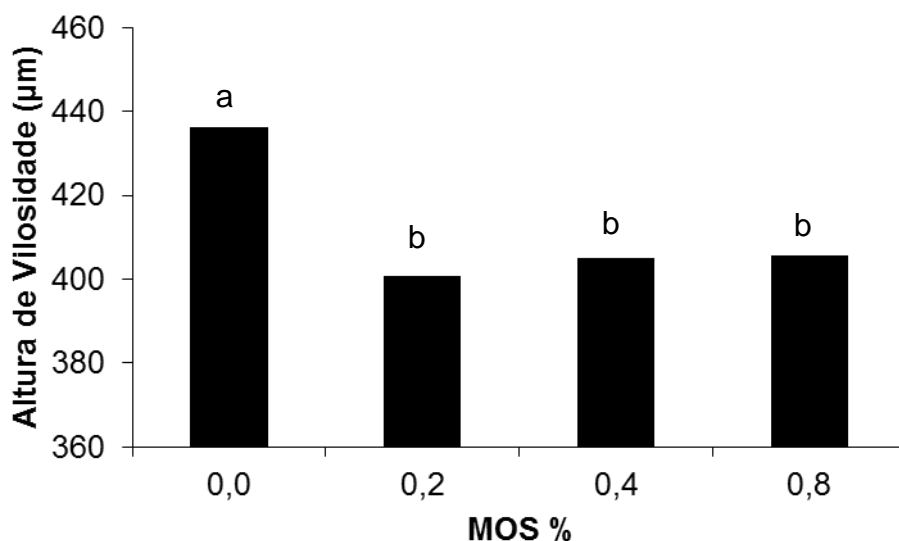


Figura 5. Altura da vilosidade intestinal ($\bar{x} \pm DP$) de juvenis de tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) suplementada com níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS) por 60 dias. Diferentes letras sobre cada coluna denotam diferença estatística pelo teste de Tukey ($p=0,05$).

A suplementação de prebióticos na dieta de peixes e animais domésticos pode influenciar de forma significativa a morfologia e integridade das vilosidades intestinais.

Em estudo com "red drum" (*Sciaenops ocellatus*) Zhou et al. (2010) observaram o aumento significativo da altura das vilosidades com a adição de mananoligossacarídeo na dieta. Resultados semelhantes também foram observados por Dimitroglou et al. (2010), em que peixes da espécie *Diplodus sargus* suplementados com MOS apresentaram aumento significativo da altura das vilosidades em 12% e a área de absorção em 26%. Da mesma forma, Carvalho et al. (2011) verificaram que a suplementação dietética de Tilápias-do-Nilo com probiótico ou prebiótico conferiu maior tamanho das vilosidades quando comparado ao controle.

O aumento na altura das vilosidades pode ser causado pela melhora na integridade da mucosa, possivelmente, pela inclusão de MOS na dieta que atuou melhorando a área de absorção das vilosidades da mucosa intestinal e diminuiu a colonização do epitélio por bactérias.

Da mesma forma que Carvalho et al. (2011) em estudo conduzido com tilápias-do-Nilo e Van Hai e Fotedar (2009) em camarões (*Penaeus latissulcatus*)

ressaltaram o aumento da superfície de absorção do intestino, quando utilizado o MOS.

Aumento significativo da altura das vilosidades intestinais de peixes suplementados com prebióticos foram observados em Tilápias-do-Nilo alimentadas com parede celular de levedura (com alto conteúdo em mananoligossacarídeos e nucleotídeos) (HISANO et al. 2006), com prebiótico combinados com ácidos orgânicos (CASPARY, 1992), ou produtos comerciais que possuem MOS em sua composição (FABREGAT, 2006). Ainda, Genc et al. (2007) utilizando MOS na dieta (1,5% de inclusão) em híbridos de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *O. Aureus*) também observaram aumento significativo no comprimento das vilosidades intestinais, assim como Schwartz et al. (2009), também em Tilápias-do-Nilo.

No entanto, trabalhos que relatam a interação negativa do prebiótico com a morfologia intestinal também são encontradas na literatura. Segundo Genc et al. (2007) híbridos de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *O. Aureus*) suplementados com 4,5% de MOS dietético apresentaram menor altura das vilosidades, o que denota que elevadas doses do prebiótico pode prejudicar a integridade e/ou o "turnover" das células do epitélio intestinal.

Apesar de não terem sido realizadas no presente estudo, a análise morfológica do intestino com técnicas de microscopia eletrônica de transmissão e de varredura podem ser decisivas para determinar a influência do prebiótico sobre a densidade e integridade das vilosidades intestinais e crescimento dos peixes.

Daniels et al. (2010) utilizaram a microscopia eletrônica e observaram o aumento significativo do número e densidade de microvilosidades em larvas de lagosta (*H. gammarus*) suplementados com MOS. O mesmo método também foi utilizado por Dimitroglou et al. (2010), os quais observaram efeito positivo da suplementação de MOS em dourada (*S. aurata*) sobre a ultraestrutura intestinal, apesar de não ter sido observado diferenças no desempenho.

A manutenção da integridade epitelial promove proteção e aumento no comprimento das vilosidades o que pode ser relacionado com melhor capacidade de absorção e aproveitamento dos nutrientes (DIMITROGLOU et al., 2010; SPRING; PRIVULESKU, 1998). Contudo, os benefícios da utilização do prebiótico MOS são sutis e muitas vezes difíceis de detectar, podendo influenciar alguns parâmetros e outros não (GARCIA, 2008).

No referido trabalho as diferenças nas alturas das vilosidades intestinais podem estar ligadas a ação do MOS sob as bactérias patogênicas, o qual impede a colonização do epitélio intestinal, quando promovem a adsorção das mesmas as moléculas de manoses presentes no prebiótico, eliminando-as do trato.(FURLAN, 2005; NEWMANN, 1994).

Com a adsorção das bactérias patogênicas, o epitélio pode ser colonizado por bactérias benéficas, que também utilizam o prebiótico como substrato e competem com as patogênicas dificultando ainda mais a sua instalação, deixando as vilosidades livres e potencializando o "turnover" celular, responsável por manter o tamanho, a capacidade digestiva e de absorção dos vilos do epitélio intestinal, possibilitando a melhora no desempenho dos animais (PELICANO, 2003; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2005).

Stefe et al. (2008) acrescentam, ainda, que as bactérias benéficas podem digerir algumas fibras, produzindo ácidos graxos de cadeia curta que estimulam a crescimento da mucosa. Entretanto, quando o epitélio está colonizado por bactérias patogênicas o equilíbrio do "turnover" é quebrado, podendo modificar a altura e a integridade das vilosidades o que interferem diretamente na digestão e na absorção dos nutrientes.

Os resultados apresentados nas Figuras 4 e 5 indicam o aumento da altura das vilosidades, entretanto, não havendo correspondência com os parâmetros de desempenho (Tabela 3), como o ganho de peso, taxa de crescimento específico ou com o índice de conversão alimentar.

A falta de correlação positiva entre a altura das vilosidades e o desempenho pode ser justificado pela ineficiência na digestão dos alimentos devido à provável presença de muco no intestino, já que Hisano et al. (2007) e Alberts (2009) sustentam que a adição de MOS à dieta proporciona a maior produção de muco pelas células caliciformes quando utilizam esse oligossacarídeo como substrato, e, desta forma, dificultam a interação das enzimas com o bolo alimentar, diminuindo a digestão.

Outros fatores que podem ter influenciado nos resultados do presente estudo podem estar relacionados com a densidade, a espessura e a integridade do epitélio. Essas estruturas podem ser visualizadas e analisadas apenas com técnicas específicas, como a microscopia eletrônica, entretanto, esta análise não foi

realizada. Dessa maneira, apesar do efeito significativo sobre a altura das vilosidades com a adição de MOS a dieta, detalhes de ultraestrutura como a integridade e a densidade das microvilosidades podem não ter sido influenciadas pela adição do prebiótico, desta forma, o desempenho dos peixes permaneceu inalterado.

No presente trabalho, aos 30 dias de experimento, os peixes suplementados com 0,4 % de MOS apresentaram maior ($P < 0,05$) altura de vilosidades intestinais quando comparados aos demais tratamentos. Semelhantes resultados foram observados por Genc et al. (2007), no qual híbridos de tilápia (*O. niloticus* x *O. aureus*) suplementados com 1,5% de MOS apresentaram aumento significativo das vilosidades intestinais, enquanto os animais suplementados com a maior dose, 4,5% obtiveram menor comprimento das vilosidades.

Com a inclusão de 0,8% de MOS em dietas para Tilápias-do-Nilo por mais de 30 dias não proporcionou aumento significativo das vilosidades, sendo que há a possibilidade dos níveis elevados do prebiótico terem danificado a ultraestrutura do epitélio intestinal. Ainda, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, a suplementação do prebiótico por períodos mais longos (60 dias) podem causar a diminuição na altura das vilosidades, visto que os peixes suplementados com MOS apresentaram menor altura das vilosidades quando comparados ao controle, sem suplementação.

Dessa forma, fica clara a relevância do uso da ultraestrutura como método para avaliação dos efeitos da suplementação de prebióticos na nutrição de peixes. Ao exame ultraestrutural do epitélio intestinal é possível observar detalhes, como a integridade intestinal a densidade das microvilosidades e a espessura do epitélio, fatores significativamente decisivos para a absorção de nutrientes.

5 CONCLUSÕES

A adição de 0,4% de MOS à dieta de juvenis de Tilápia-do-Nilo pode promover o aumento do consumo de ração e o aumento das vilosidades intestinais, entretanto, sem influenciar o desempenho zootécnico dos peixes no período de 60 dias. Porém, salienta-se que no presente estudo realizado em tanques-rede a suplementação com mananoligossacarídeos por períodos mais extensos do que 30 dias, não proporcionou melhora do desempenho.

Da mesma forma, conclui-se que a adição de MOS na concentração de 0,4% pode alterar a altura das vilosidades aos 30 dias, entretanto, sem interferir no desempenho. Já aos 60 dias o tratamento controle (0,0% MOS) apresentou as maiores alturas, indicando que a utilização de MOS por 60 dias não promoveu alterações no epitélio intestinal de tilápias-do-Nilo.

Os resultados sugerem que mais estudos sejam realizados em ambientes naturais, por períodos mais longos e adicionando maiores níveis do prebiótico, a fim de verificar a atuação do prebiótico sobre o desempenho, e determinar o período mais adequado para a administração do mesmo na tilapicultura, sem danificar o epitélio intestinal e sem onerar os custos de criação.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B; BRAY, D; LEWIS, J; CHIES, J. **Biologia Molecular da Célula**, Artmed, Ed. 5ª, 2009.

ALVES, J.M.C. A indústria de ração no Brasil: interface com a pesquisa. In: Palestra II Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, Unesp Botucatu, SP. Anais... Botucatu: **Aquanutri**, Cd-rom. 2007.

AYROZA, D. M. M. R; FULARNETO, F. P B; AYROZA, L. M. S. Regularização de projetos de piscicultura no estado de São Paulo. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, 2008.

BELÉM-COSTA, A; CYRINO, J. E. P. ANTIBIOTIC RESISTENCE OF *Aeromonas hydrophila* ISOLATED FROM *Piaractus esopotamicus* (Holmberg, 1887) AND *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). **Sci. Agric.** (Piracicaba, Braz.), v.63, n.3, p.281-284, May/June 2006

BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; CYRINO, J.E.P. Growth performance and body composition of pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg 1887) in response to dietary protein and energy levels. **Aquaculture Nutrition**, n.40, p.486-495, 2009.

BRANDÃO, F. R; GOMES, L. C; CHAGAS, E. C, ARAÚJO, L. D; SILVA, A. L. F. Notas Científicas Densidade de estocagem de matrinxã (*Brycon amazonicus*) na recria em tanque-rede **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.40, n.3, p.299-303, mar. 2005

BURKERT, D; ANDRADE, D. R; SIROL, R. N; SALARO, A. L; RASGUIDO, J. E. A; QUIRINO, C. R. Rendimentos do processamento e composição química de filés de surubim cultivado em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2008.

BURR, G.; GATLIN III, D. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in fin fish aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.36, n.4, p. 425-436, 2005.

CARVALHO, E. D; CAMARGO, A. L. S; ZANATTA, A. S. Desempenho produtivo da tilápia-do-nilo em tanques-rede numa represa pública: modelo empírico de classificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p.1616-1622, jul, 2010. ISSN 0103-8478

CARVALHO, J. V. de; LIRA, A. D. de; COSTA, C. S. P; MOREIRA, E. L. T.; PINTO, L. F. B.; ABREU, R. D.; ALBINATI, R. C. B. Desempenho zootécnico e morfometria intestinal de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com *Bacillus subtilis* ou mananoligossacarídeo. **Rev. Bras. Saúde Prod.** Salvador, v.12, n.1, p.176-187 jan/mar, 2011.ISSN 1519 9940

CASPARY, W.F. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. **Am. J. Clin. Nutr.** v.55, p.299-308, 1992.

CAVERO, B. A. S; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R; ITUASSÚ, D. R; GANDRA, A. L; CRESCÊNCIO, R. Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.38, n.1, p.103-107, jan. 2003.

FURLANETO, F. P. B; AYROZA, M. M. R; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis* spp.) em tanque-rede no médio paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/051 **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.3, p.63-69, mar. 2006.

DANIELS, C. L; MERRIFIELD, D. L; BOOTHROYD, D. P; A, DAVIES, S. J; B, FACTOR, R. J; ARNOLD, K. C. Effect of dietary *Bacillus* spp. and mannan oligosaccharides (MOS) on European lobster (*Homarus gammarus* L.) larvae growth performance, gut morphology and gut microbiota. **Aquaculture** v.304, p.49-57, 2010.

DANIELS, C., BOOTHROYD, D., DAVIES, S., PRYOR, R., TAYLOR, D; WELLS, C. Bio-MOS improves growth and survival of cultures lobsters. **Shellfish News**, v.21, p.23–25. 2006.

DANIELS, C., BOOTHROYD, D., DAVIES, S., PRYOR, R; WELLS, C. The use of pre-biotics in homarid lobster culture. **Aquac. Health Int.** v.8, p.32–35. 2007.

DIMITROGLOU A; MERRIFIELD, D. L; SPRING, P; SWEETMAN J; MOATE, R; DAVIES, S. J. Effects of mannan oligosaccharide (MOS) supplementation on growth performance, feed utilisation, intestinal histology and gut microbiota of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). **Aquaculture** v.300, p.182-188, 2010.

DIMITROGLOU, A; DAVIES, S. J; SWEETMAN, J. PASCAL, D; CHATZIFOTIS, S. Dietary supplementation of mannanoligosaccharide on white sea bream (*Diplodus sargus* L.) larvae: effects on development, gut morphology and salinity tolerance. **Aquaculture Research**, v.41, p.245-251, 2010.

FABREGAT, T. E I H.P. **Utilização do prebiótico flavofeed® como suplemento;dietaário para juvenis de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus***. 2006. 42f. Dissertação. Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2006.

FAO. **Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. In the Joint FAO/WHO Expert Consultation report on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria.** p.1-4. 2001.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2008.** Rome, 2009. 176 p.

FAO. **Tilapia Mared Report.** February 2006., Rome, 2006.

FLEMMING, J. S. **Importância da utilização de leveduras (*S. Cerevisae*), e mos (mananoligossacarídeos) na alimentação animal.** 2005, 92 f. Tese Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2005.

FLEMMING, J. S.; FREITAS,R.J.S. Avaliação do efeito de prebióticos (mos), probióticos (*bacillus licheniformis e bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science** v.10, n.2, p.41-47, 2005.

FURLAN, R.L. Avaliação e uso de pré e probióticos: **Simpósio Brasil sul de avicultura** 6. 2005, Chapecó. Anais. Chapecó, p.58-74, 2005.

GARCIA, F. **Suplementação alimentar com β -glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede.** 2008. 100 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

GARCIA, F; ABIMORAD, E. G; SCHALCH, S. H. C; ONAKA, E. M; FONSECA, F. S. Desempenho produtivo de tilápias alimentadas com suplemento alimentar à base de algas. **Bioikos**, Campinas, v.23(2), p.83-89, jul./dez., 2009.

GARLICH, J. D. Microbiologia do tracto intestinal aviar. In: **XVI CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA.** 1999, Lima, Peru. Anais. Lima, p110-120, 1999.

GATLIN III, D.M.; LI, P.; WANG, X.; BURR, G.S.; CASTILLE, F.; LAWRENCE, A.L. Potencial application of prebiotics in aquaculture. In: **SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA**, 8., 2006, Monterrey. Avances em nutrição acuícola: memórias. Monterrey, p. 371-376, nov. 2006.

GENC, M. A; YILMAZ, GENC, E; E and AKTAS, M. Effects of Dietary Mannan Oligosaccharides (MOS) on Growth, Body Composition, and Intestine and Liver Histology of the Hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) **The Israeli Journal of Aquaculture**. Bamidgeh, v.59(1), p. 10-16, 2007.

GOMES, L. C; BRANDÃO, F. R; CHAGAS, E. C; FERREIRA, M. F. B; LOURENÇO, J. N. P. Efeito do volume do tanque-rede na produtividade de tambaqui (*Colossoma macropomum*) durante a recria. **Acta Amazonica**. v34, p.111-113, 2004.

GRISDALE-HELLAND, B; HELLAND, S. J; GATLIN III, D M. The effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharide fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, v.283 p.163–167, 2008.

HALWART, M.; SOTO, D.; ARTHUR, J.R. (Eds.). Cage Aquaculture – Regional reviews and global overview – **FAO Fisheries Technical Paper**. Roma, n.498, p.241 2007.

HERNÁNDEZ, D. R; SANTINÓN, J. J; SÁNCHEZ, S. DOMITROVIC, H. A. Effects of prebiotics on growth and survival of silver catfish (*rhamdia quelen*) juveniles. **Interciencia**, v.37, n.8, 2012.

HISANO, H; PEZZATO, L. E; BARROS, M. M; FREIRE, E. S; GONÇALVES, G. S; FERRARI, J. E. C. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v.26, n.2, p.171-179, 2004

HISANO, H. SILVA, M. D. P; BARROS, M. M; PEZZATO, L. E. Levedura íntegra e derivados do seu processamento em rações para tilápia do Nilo: aspectos hematológicos e histológicos. **Acta Sci. Biol. Sci. Maringá**, v.28, n.4, p.311-318, Oct./Dec2006.

HISANO, H.; FALCON, D. R.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Influência da levedura e derivados sobre o desempenho e sobrevivência de juvenis do camarão. *Macrobrachium amazonicum*. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.657-662, jul./set2008

HISANO, H; NARVÁEZ-SOLARTE, W. V; BARROS, M. M; PEZZATO, L. E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nylo alimentados com levedura e derivados. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.7, p.1035-1042, jul. 2007.

HOPKIN, K; BRAY, D; ALBERT, B. **Fundamentos da Biologia Celular** - 3ª Ed. editora: Artmed. 2011.

JUNQUEIRA, L. CL; CARNEIRO, J. **Biologia Celular**. 8ª. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2005.

KESARCODI-WATSON, A.; KASPAR, H.; JOSIE LATEGAN, M.; GIBSON, L. 2008. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. *Aquaculture*, 274 (1): 1-14. 2008.

KUBITZA, F. **Panorama da AQUICULTURA**, v.17, n.101, maio/junho.2007.

KUBITZA, F; CAMPOS, J. L; ONO, E. A; ISTCHUK, P. I. Panorama da Piscicultura no Brasil Estatísticas, espécies, pólos de produção e fatores limitantes à expansão da atividade. parte I. *Acqua Imagem Serviços em Aquicultura*, Jundiaí, SP. 2012.

LIMA, A.C.F.; PIZAURO JÚNIOR, J.M.; MACARI, M. Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e atividade de enzimas digestivas de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.200-207, 2003.

LIRANÇO, A. D. S; ROMAGOSA, E; CAMARGO, A. L. S. Desempenho de tilápia do nylo submetidas à dietas contendo prebiótico e imestimulante. **Zootec**, Águas de Lindóia, maio. 2009.

LODDI, M.M.; GONZALES, E.; TAKITA, T.S.; et al. Uso de probiótico sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1124-1131, 2000.

MALLASEN, M; BARROS, H. P; YAMASHITA, E. Y. Produção de peixes em tanques-rede e a qualidade de água. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**. Junho. 2008.

MANSOUR, M. R; AKRAMI, R; GHOBADI S. H; AMANI DENJI, H; EZATRAHIMI, N; GHARAEI, A. Effect of dietary mannan oligosaccharide (MOS) on growth

performance, survival, body composition, and some hematological parameters in giant sturgeon juvenile (*Huso huso* Linnaeus, 1754). **Fish Physiol Biochem.** v.38, p.829-835, 2012

MARTIN, N. B; SCORVO FILHO, J. D; SANCHES, E. G. NOVATO, P. F. C; AYROSA, L. M. S. Custos e Retorno na Piscicultura em São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.25, n.1, jan. 1995.

MAZLUM, Y; YILMAZ, E; GENÇ, M. A.; GÜNER, O. Preliminary study on the use of mannan oligosaccharides (MOS) in fresh water crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 juvenile diets. **Aquacult Int.** v.19, p.111–119, 2011.

MEDRI, V; PEREIRA, V. P; LEONHARDT, J. H. Growth of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with different levels of alcohol yeast. **Rev. Brasil. Biol.** v.60(1), p.113-121, 2000.

MEURER, F. **Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como probiótico para as fases iniciais do cultivo da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Tese, Prog Pós-Grad em Zootecnia da Univ Est de Maringá, 2005.

MICHELATO, M. SCHWARZ, K. K. CASTRO SILVA, T. S. Utilização de mananoligossacarídeo em rações para juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Anais do XVI EAIC**, setembro, 2007. ISSN: 1676-0018

MILES, R. D. Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract : Natural ways to prevent colonization by pathogens. In : **BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY** Proceedings of 9th Annual Symposium, 1993. Nottingham University Press. London, p.133-150, 1993.

MILITÃO, E. S; SOUZA, C. S. S; COSTA, S. M. A. L; FERNANDES, W. B. Custo de produção de tilápia em ilha solteira. unesp, ilha solteira, SP, BRASIL. **XLV CONGRESSO DA SOBER**. Londrina, julho, 2007.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura** 2008-2009.<
<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/docs/anu%E1rio%20da%20pesca%20completo2.pdf> > acesso em julho de 2011.

MORAN, C. A. Functional components of the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae* applications for yeast glucan and mannan. **Nutritional biotechnology in the feed in food industries.** p.283-296, 2004.

MÖRSCHBÄCHER, E. F. **Mananoligossacarídeo durante a reversão sexual de tilápia do Nilo**. 2009. 47f. Dissertação. Pós-graduação em zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, Paraná, 2009.

MPA **Ministério da Pesca e Aquicultura**
<http://www.mpa.gov.br/#aquicultura/informacoes/producao>; acesso 30 de junho de 2011.

NEWMANN, K. Mannanologosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. In: **Biotechnology in the feed industry of annual symposium, 10.**, London. Proceedings London: Nottingham University Press, p 155-166, 1994.

NOGUEIRA, A. C; RODRIGUES, T. Criação de tilápias em tanques-rede. – Salvador: **Sebrae** Bahia, p.23, 2007.

OLIVEIRA, M. C; MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.339-357, jul./set. 2007

PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; OBAB, A.; NORKUS, C.E.A.; KODAWARAC, L.M.; LIMA, T.A. Morfometria e ultra-estrutura da mucosa intestinal de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes probióticos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**, v.98, n.547, p.125-134, 2003.

PETERSON, B. C; BOOTH N. J; BARROWS, F. T; MANNING, B. B. Improved survival in channel catfish fed mannanoligosaccharides in an extruded diet. **Open Journal of Animal Sciences**. v.2, n.2, p.57-61, 2012.

PETERSON, B. C; BRAMBLE, T. C; MANNING, B. B. Effects of Bio-Mos® on Growth and Survival of Channel Catfish Challenged with *Edwardsiella ictaluri*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v.41, n.1, February, 2010.

QI-CUN ZHOU, J; BUENTELLO, A; GATLIN III, D. M. Effects of dietary prebiotics on growth performance, immune response and intestinal morphology of red drum (*Sciaenops ocellatus*). **Aquaculture** v.309, p.253–257, 2010.

QUEIROZ, J.F.; LOURENÇO, J.N.P.; KITAMURA, P.C.; SCORVO-FILHO, J.D.; CYRINO, J.E.P.; CASTAGNOLLI, N.; VALENTI, W.C.; BERNARDINO, G.

Aquaculture in Brazil: research priorities and potential for further international collaboration. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.36, n.1, p.45-50, Mar. 2005.

REFSTIE, S; BAEVERFJORD, G; SEIM, R. ; ELVEBØ, O. Effects of dietary yeast cell wall β -glucans and MOS on performance, gut health, and salmon lice resistance in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed sun flower and soy bean meal. **Aquaculture** v.305, p.109–116, 2010.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v.42, n.1, jan./mar. 2006.

SADO,R.Y. **Imunoestimulantes dietéticos e respostas biológicas, bioquímicas e hematológicas de juvenis de *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887)**. 2008, 136 f, Tese apresentada para obter título de doutor em agronomia.Área de concentração Ciência Animal e Pastagens. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Piracicaba, 2008.

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.

SAMRONGPAN, C. AREECHON, N. YOONPUNDH, R. AND SRISAPOOME, P. Effects of mannan-oligosaccharide on growth, survival and disease resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) FRY. **Dept of Aquaculture, Faculty of Fisheries**, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand. 2009

SANCHES, E. G; BARBOSA, M; FAGUNDES, H. L; SILVA, A. M. Viabilidade econômica do cultivo da garoupa verdadeira (*Epinephelus marginatus*) em tanques-rede, região sudeste do brasil. **Informações Ecomômicas, São Paulo**, v.36, n.8, ago. 2006.

SANG, H. M. and FOTEDAR, R. Effects of Dietary Mannan Oligosaccharide on Survival, Growth, Physiological Condition, and Immunological Responses of Marron, *Cherax tenuimanus* (Smith 1912). **Journal of the World Aquaculture Society**. v.42, n.2 April, 2011

SCHAWRZ, K. K. **Mananoligossacarídeo em dieta para larvas e juvenis de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2009, 75 f, Tese de Doutora Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal. 2009.

SCHWARZ, K. K; FURUYA, W. M; NATALI, M. R. M; MICHELATO, M; GUALDEZI; M. C. Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias-do-Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v.32, n.2, p.197-203, 2010.

SILVA, L. P; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.983-990, set-out, 2003 ISSN 0103-8478

SOUSA, A. D. L. **Mananoligossacarpídeo e B-Glucano na Suplementação Dietária para Juvenis de Tilápia-do-Nilo Mantidos em Tanques-Rede**. 2010, 51 f, **Tese** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da UNESP, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTORA EM AQUICULTURA JABOTICABAL Estado de São Paulo 2010.

STAYKOV, Y.; DENEV, S.; SPRING, P. Influence of dietary mannan oligosaccharides (Bio-Mos[®]) on growth rate and immune function of common carp (*Cyprinus carpio* L.). In: HOWAL, B.; FLOS, R. (Ed.). Lessons from the past to optimize the future. Oostende, **European Aquaculture Society**, p.431-432, 2005. (Special Publication, 35).

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

STAYKOV, Y.; SPRING, P.; DENEV, S. Influence of dietary Bio-Mos[®] on growth, survival and immune status of rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus* G.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) **Trakia Univ./Swiss College of Agric.** (Courtesy of Alltech Inc.) 2007.

STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. **2nd Edition. New York: McGraw-Hill**, 1980.

STEFE, C. A; ALVES, M. A. R; RIBEIRO, R. L. Probióticos, prebióticos e simbiotes. Artigo de Revisão. **Saúde e Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.3, n.1, p,16-33, Jan-jun, 2008.

SUSSEL, F. R. Alimentação de Peixes em Tanques-Rede Nutrição de Peixes **Apta Centro Leste** - UPD Pirassununga e-mail: sussel@apta.sp.gov.br 2008.

TORRECILAS, S.; MAKOL, A.; CABALLERO, R.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.

VAN HAI, N; FOTEDAR, R. Comparison of the effects of the prebiotics (Bio-Mos ® and β -1,3-D-glucan) and the customised probiotics (*Pseudomonas synxantha* and *P. aeruginosa*) on the culture of juvenile western king prawns (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1896). **Aquaculture**, v.289, p.310–316, 2009.

VILELA, C; HAYASHI, C. Desenvolvimento de juvenis de lambari *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758), sob diferentes densidades de estocagem em tanques-rede. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.2, p.491-496, 2001

WISEK, W. J. The mode of growth promotion by antibiotics. **J. Animal Sci.**, Savoy, n.46, p.1447, 1978.

VOLPATTI, D.; D'ANGELO, L.; JENEY, G.; JENEY, Z.; ANDERSON, D.P.; GALEOTTI, M. Non specific immune response in fish fed glucan diets prior to induced transportation stress. **J. Appl. Ichthyol.**, v.14, p.201-206, 1998.

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. **J. World Aquac. Soc.**, v.38, p.24–35, 2007.

YOUSEFIAN, M.; & AMIRI, M. S. The review of the use of prebiotic in aquaculture for fish and shrimp Mehdi. Kouzestan, I.R. Iran. **African Journal of Biotechnology** v.8 (25), p.7313-7318, 29 ISSN 1684–5315 © 2009 Academic Journals

Anexo



Anexo 1 : Tanques-rede situados no lago da usina em Boa Vista da Aparecida (A); lote homogêneo de juvenis de *O. niloticus* utilizados em cada unidade experimental (B); sedação (C) e pesagem dos peixes (D) para biometria.



Anexo 2: Procedimento de coleta (A e B) e fixação (B e C) de fragmento da porção cranial do intestino de juvenis de *O. niloticus*.