

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA, COM BASE NO CONCEITO DE
PROTEÍNA IDEAL, PARA A TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*), CRIADA EM TANQUES-REDE**

Autora: Daniele Botaro
Orientador: Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ – PR
Maio de 2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA, COM BASE NO CONCEITO DE
PROTEÍNA IDEAL, PARA A TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*), CRIADA EM TANQUES-REDE**

Autora: Daniele Botaro
Orientador: Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ – PR
Maio de 2005

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

B748r Botaro, Daniele
Redução da proteína, com base no conceito de
proteína ideal, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis
niloticus*), criada em tanques-rede / Daniele Botaro. -
- Maringá : [s.n.], 2005.
42 f.

Orientador : Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2005.

1. Tilápia do Nilo. 2. Proteína ideal. 3.
Aminoácido. 4. Impacto ambiental. 5. Excreção de
Nitrogênio. I. Universidade Estadual de Maringá.
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

CDD 21.ed. 639.3774

FAXINA NA ALMA

(Carlos Drummond de Andrade)

Não importa onde você parou...
Em que momento da vida você cansou...
Recomeçar é dar uma nova chance a si mesmo...
É renovar as esperanças na vida e o mais
importante... Acreditar em você de novo.

Sofreu muito nesse período? Foi aprendizado...
Chorou muito? Foi limpeza da alma...
Ficou com raiva das pessoas? Foi para perdoá-las um dia...
Sentiu-se só por diversas vezes? É porque fechaste a porta até para os anjos...
Acreditou que tudo estava perdido? Era o início da tua melhora...

Pois é...Agora é hora de reiniciar...De pensar na luz...
De encontrar prazer nas coisas simples de novo.

Um corte de cabelo arrojado...Diferente?
Um novo curso...Ou aquele velho desejo de aprender a pintar...Desenhar...
Dominar o computador... Ou qualquer outra coisa...
Olha quanto desafio...Quanta coisa nova nesse mundão de meu Deus te esperando.

Onde você quer chegar? Ir alto... Sonhe alto...
Queira o melhor do melhor...
Queira coisas boas para a vida...
Pensando assim trazemos pra nós aquilo que desejamos...
Se pensarmos pequeno... Coisas pequenas teremos...
Já se desejarmos fortemente o melhor e principalmente lutarmos pelo melhor...
O melhor vai se instalar na nossa vida.

Aos meus pais, Matilde e Roberto, por me ensinarem todos os valores da vida e por muitas vezes, renunciarem aos seus próprios sonhos para realização dos meus,

Ao meu irmão Rafael, pelo incentivo, amizade e por sempre estar presente na minha vida,

Todo meu amor,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

À Universidade Estadual de Maringá, por ter-me possibilitado a realização deste trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao amigo e orientador, Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya, agradeço pela orientação e ensinamentos recebidos e, também, por todas as valiosas oportunidades e confiança em meu trabalho.

Ao professor, Luiz Edvaldo Pezzato, por ter aceitado participar da banca e pelas contribuições no trabalho, além da amizade e confiança em mim.

Ao Sr. Humberto, que disponibilizou a propriedade para a realização do experimento, agradeço a atenção e dedicação ao trabalho.

Ao Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal, agradeço as técnicas Cleuza, Creuza, Olga e Dilma, pelo auxílio na realização das análises.

Aos funcionários, Toninho e Clóvis, da fábrica de ração da FEI, agradeço o auxílio na confecção das dietas experimentais.

Aos professores, do Programa de Pós-Graduação, agradeço pelos ensinamentos.

Aos professores Ulysses Cecato e Alice Eiko Murakami, agradeço pela amizade, companheirismo e ensinamentos.

Aos srs. Paulo e Sebastião, que muito ajudaram na montagem do experimento e no abate dos peixes.

Às companheiras de equipe, Vivian, Tarcila, Lili, Keila e Priscila, agradeço a dedicação e a ajuda durante todo o experimento.

À grande amiga Lílian, que esteve presente nas horas em que mais precisei me ausentar, com quem divido a conquista dessa vitória.

À minha grande amiga e irmã, Cibele, que em todas as horas esteve comigo, me apoiando e incentivando a superar os obstáculos. Muito Obrigada!

Às minhas amigas Kattits e Patinti, pela amizade de todos os momentos.

A todos os colegas especiais: Rodrigo, Karina, Augusto, Maria Emília, Jayme, Paty Faquinello, Brunna, Paulinho, Cris Cegana, Dudu, Kleber, Paty, Camila pela satisfação de conviver com eles e pelos valiosos momentos de alegria.

Aos familiares e pessoas especiais, sem as quais não teria chegado até aqui: Taize, Malu, Paulo, Cida, Zilda, Amanda, Bárbara, Danúzia, Natal, Emília pelo carinho e incentivos constantes.

A todos que direta, ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIIOGRAFIA

Daniele Botaro, nascida na cidade de São Paulo, em 23 de agosto de 1979, é filha de Matilde Rabello Botaro e José Roberto Botaro.

Em 1998, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, onde em 2003, obteve o título de zootecnista.

Em 2003, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia – Área de concentração Produção Animal, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia desta instituição, onde realizou estudos na área de nutrição de peixes.

No dia 17 de junho de 2005, submeteu-se à banca para defesa da dissertação.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO I.....	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
INTRODUÇÃO.....	2
1. Características Gerais	2
2. A Espécie Tilápia do Nilo	3
3. Exigência de Proteína e Aminoácidos.....	4
3. Proteína Ideal e Aminoácidos Sintéticos	7
5. Impacto Ambiental da Produção	8
6. Referências Bibliográficas.....	10
CAPÍTULO II.....	14
Redução da Proteína com Base no Conceito de Proteína Ideal para a Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), Criada em Tanques-rede.....	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
Introdução.....	17
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão	26
Conclusão	37
Literatura Citada	37
CONCLUSÕES FINAIS	41

APÊNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composições percentual e calculada das dietas.....	21
Tabela 2 - Desempenho da tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.....	27
Tabela 3 - Valores médios de hematócrito e hemoglobina para a tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.....	33
Tabela 4 - Composição química da carcaça da a tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.....	34
Tabela 5 - Custo de produção para a tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.....	35

APÊNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Consumo de ração pela tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo diferentes níveis de proteína digestível.....	29
Figura 2 – Retenção de nitrogênio pela tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.....	30
Figura 3 - Excreção de nitrogênio de tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.....	32

RESUMO

O presente trabalho foi realizado para avaliar o desempenho da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), criada em tanque-rede e alimentada com dietas contendo 27,0 (controle); 25,2; 24,3 e 22,7% de proteína digestível. Aminoácidos cristalinos (L-Lisina, DL-Metionina e L- Treonina) foram adicionados segundo o conceito de proteína ideal e simular o perfil de aminoácidos da dieta controle. Os peixes ($34,63 \pm 19$ g) foram alimentados manualmente com dietas isoenergéticas (3075 kcal de energia digestível/kg de dieta) até saciedade aparente, três vezes ao dia, durante 91 dias. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, três repetições e 25 peixes/unidade experimental. Não foram observados efeitos dos níveis de proteína digestível sobre o ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, peso da carcaça eviscerada, rendimento de carcaça, peso e rendimento de filé, sobrevivência e hematócrito. Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre o consumo, com maior valor estimado para a dieta contendo 24,41% de proteína digestível e excreção de nitrogênio, onde o melhor resultado estimado foi obtido com peixes que receberam a dieta contendo 24,92% de PD. Com redução nos níveis de proteína digestível, observou-se aumento linear ($P < 0,05$) da retenção de nitrogênio. Conclui-se que é possível reduzir a proteína digestível de 27 (29,1% de proteína bruta) para 24,3% (26,6% de proteína bruta) das dietas dos peixes, criados em tanques-rede, com suplementação de aminoácidos (base no conceito de proteína ideal), considerando o desempenho e o custo da dieta/kg ganho em filés.

Palavras-chave: aminoácidos, proteína ideal, *Oreochromis niloticus*, excreção de nitrogênio

ABSTRACT

This work was undertaken out to evaluate the performance of Nile tilapia, cultured in net pens, fed diets containing 27.0 (control), 25.2, 24.3 and 22.7% of dietary digestible protein. Crystalline amino acids (L-lysine, DL-metionine and L-threonine) were added to keep amino acid levels according to the profile of and ideal protein and were added to simulate amino acid levels of the control diet. Fish (34.63 ± 1.19 g) were hand-fed one of the four isoenergetic (3075 kcal of digestible energy/kg, as fed basis) experimental diets to apparent satiation, three times a day for 90 days. A completely randomized design with four treatments, three replicates and 25 fish per experimental unit was utilized. No effects ($P>0.05$) of digestible protein levels on weight gain, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, degutted carcass weight, carcass yield and composition, weight and yield fillet, hematocrit and hemoglobin parameters, cost/kg weight gain and cost/kg fillet and survival, were observed. It was observed quadratic effect on feed intake and nitrogen excretion, that increased up to 24.41 and 24.92% of digestible protein, respectively. The digestible protein levels reduction resulted in linear increase ($P<0.05$) on nitrogen retention. It was concluded that is possible the dietary digestible protein reduction from 27 (29.1% of crude protein) to 24.3% (26.6% of crude protein) for juvenile Nile tilapia, cultured in net pens, fed with diets amino acid supplementation, without adverse effects on performance, carcass yield and composition, hematological parameters and diet cost/kg of fillet gain.

Key Words: amino acid, ideal protein, Nile tilapia, nitrogen excretion

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

INTRODUÇÃO

1. Características gerais

A aquicultura mundial vem passando por transformações nos últimos anos, devido à depleção nos estoques pesqueiros naturais. A queda na atividade pesqueira resultou em crescimento acelerado da produção de peixes nos últimos 30 anos, sendo a aquicultura, o setor da produção de alimentos que mais cresce hoje no mundo. Neste contexto, uma atividade que tem se destacado é a produção mundial de tilápias, que passou de 41.357 t em 1980, para 233.600 t em 1990 e chegou a 1.277.050 t em 2002 (FAO, 2005).

O aumento observado na participação da tilapicultura, nas últimas duas décadas, caracterizou-se pela mudança na forma de alimentação dos peixes com o desenvolvimento de dietas comerciais balanceadas, melhoramento genético da espécie e, principalmente, pela intensificação dos sistemas de produção em “raceways” e tanques-rede.

A criação de peixes em tanque-rede pode ser utilizada para aproveitar a grande variedade de ambientes aquáticos, dispensando o alagamento de novas terras e reduzindo os gastos com a construção de viveiros. No Brasil, há grande potencial representado por quase seis milhões de hectares de águas represadas nos açudes e grandes reservatórios, construídos principalmente com a finalidade de geração de energia hidroelétrica, e que podem ser destinados para a produção comercial de peixes em tanques-rede (Rotta, 2003).

Em tanques-rede, a disponibilidade de alimento natural é limitada e os peixes estão submetidos à maior pressão de produção e estresse, sendo recomendada a utilização de dietas balanceadas para atender às exigências nutricionais dos peixes em suas diferentes fases de desenvolvimento.

Ainda que as dietas comerciais sejam elaboradas com base nas exigências animais em proteína bruta, estudos recentes têm demonstrado diversas vantagens quando a dieta é balanceada em proteína digestível e aminoácidos digestíveis. Além disso, os animais devem receber dietas com adequado balanceamento de aminoácidos, onde a proporção entre eles resulta num balanço ideal. Assim, é imprescindível que sejam realizadas pesquisas para reduzir o conteúdo de proteína das dietas, utilizando fontes alternativas de proteína e/ou suplementação com aminoácidos, objetivando a redução dos custos de produção, a melhora do desempenho e a diminuição no impacto ambiental.

2. A espécie Tilápia do Nilo

Os primeiros espécimes de tilápia trazidas ao Brasil foram de *Tilápia rendalli* que chegaram ao Estado de São Paulo em 1953 (Azevedo 1955). A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi introduzida no Brasil em 1971 (Mainardes-Pinto et al., 1989), sendo uma das espécies que mais se adaptou ao nosso clima. Sua produção vem crescendo rapidamente no Brasil e a sua criação passou do sistema tradicional em tanques de terra para a criação intensiva (Fitzsimmons, 2000).

É uma espécie cultivada desde a Bacia do Rio Amazonas até o estado do Rio Grande do Sul. O interesse na criação de tilápia cresceu rapidamente na década de 90, devido à introdução da tecnologia de reversão sexual para produzir populações somente de

machos. A possibilidade de produzir peixes para pesque-pague e indústrias de filetagem no sul e sudeste também contribuiu para o desenvolvimento da tilapicultura (Lovshim, 2002).

Sua produção é bastante promissora devido às características de rápido crescimento em criação intensiva, rusticidade e, por possuir carne com boas características organolépticas e filé sem espinhos intramusculares. Além disso, possui hábito alimentar onívoro, consumindo ração logo após o início da alimentação exógena e utilizando eficientemente os carboidratos como fonte de energia (Hanley, 1987; Degani & Revach, 1991), o que reduz os custos com a alimentação.

As tilápias utilizam eficientemente os alimentos de origem vegetal (Pezzato, 2001), uma vez que possuem adaptações morfológicas e fisiológicas como dentes faríngeos, pH estomacal ácido e intestino longo (Kubarik, 1997). A atividade enzimática no intestino delgado permite a assimilação de polipeptídeos, de forma semelhante aos peptídeos de cadeia curta (Tengjaroenkul et al., 2000).

3. Exigências de proteína e aminoácidos

Em criações comerciais de peixes, a alimentação representa a grande parcela dos custos de produção, variando em torno de 50 a 70%. Como a proteína é o nutriente mais caro, é necessário o seu uso racional para viabilizar economicamente a criação.

A farinha de peixe é a principal fonte de proteína utilizada em dietas comerciais, por ser de alta aceitabilidade pelos peixes, conter alto conteúdo de proteína com bom balanço de aminoácidos, constituindo-se ainda, como fonte de minerais, vitaminas e de energia (Furuya et al., 2001). Seu custo depende da sua disponibilidade no mercado, a qual tem apresentado queda na oferta nos últimos anos e, conseqüentemente, aumento no custo. Nos

últimos anos, a produção de farinha de peixe caiu cerca de 50%, enquanto a produção de farelos vegetais teve aumento de 10% no mesmo período, com perspectivas bastante promissoras de contínuo crescimento (Richie & Garlim, 2004).

Buscando alternativas econômicas para substituição da farinha de peixe, tem se utilizado os ingredientes de origem vegetal para a elaboração de dietas comerciais. Dentre eles, o farelo de soja tem se destacado como a fonte protéica mais utilizada nessas dietas, pela sua disponibilidade no mercado nacional e pelo elevado valor nutritivo (Kaushik et al., 1995; El-Sayed, 1998). Porém, esse alimento possui alguns fatores antinutricionais, como por exemplo, os inibidores de proteases, que reduzem a atividade das enzimas digestivas (Krogdahl et al., 1994) e aumentam a excreção de nitrogênio fecal (Dabrowski et al., 1989). Além disso, a soja e seus subprodutos apresentam deficiência em aminoácidos sulfurados (Gomes et al., 1995; Popma & Lovshim, 1996), fazendo-se necessária a suplementação com aminoácidos sintéticos.

Para adequada suplementação de aminoácidos, faz-se necessário o conhecimento das suas exigências. Os peixes teleósteos apresentam exigência de dez aminoácidos essenciais, sendo os mais limitantes a lisina, metionina, treonina e o triptofano. Os aminoácidos essenciais são utilizados como fonte de nitrogênio (grupo amino) para a síntese dos aminoácidos não essenciais (Encarnação & Bureau, 2004).

A metionina, geralmente, é o 1º limitante em dietas com elevados valores de inclusão de farelo de soja ou soja integral. Furuya et al. (2001), em estudo realizado com peixes de 1,6 a 6g, estimaram a exigência de 1,4 e 1,1% de metionina+cistina total e digestível, respectivamente, correspondendo a 60,11 e 60,98% de metionina+cistina total e digestível, em relação à lisina, respectivamente. Os mesmos autores, em estudo realizado com a mesma espécie com peso de 2,6 a 25 g de peso vivo, estimaram a exigência de 1%

de metionina+cistina total, com 0,54% de metionina, utilizando dieta com 1,58% de lisina (Furuya et al., 2004a), superior ao valor descrito por Santiago & Lovell (1988) para alevinos de tilápia do Nilo, de 0,95% de metionina+cistina total.

Dentre os aminoácidos essenciais, a lisina é o primeiro aminoácido limitante para peixes e está presente em elevada proporção no tecido muscular dos mesmos. A exigência de lisina para a tilápia do Nilo foi determinada por diversos autores, nas diferentes fases de crescimento.

Utilizando dietas semipurificadas, Santiago & Lovell (1988) estimaram exigência de 1,43% de lisina para as tilápias. Já Furuya et al. (2004b), em estudo realizado com tilápia do Nilo de 100-200g, encontraram exigência de 1,42% de lisina (5,7% da proteína ou 4,8 mg de lisina/kcal de energia digestível na ração) para melhor desempenho desses animais.

A treonina é o terceiro aminoácido limitante, ficando atrás da lisina e da metionina. A exigência desse aminoácido foi estimada por Silva et al. (2005) para a tilápia do Nilo criadas em tanques-rede, onde o melhor valor para desempenho, rendimento de carcaça e retenção de nitrogênio foi com a exigência de 1,35% de treonina na dieta, correspondente a 74% da lisina ou 4,96% da proteína bruta da ração.

Em função da grande variação nas exigências de aminoácidos entre as espécies, torna-se fundamental a determinação das exigências de aminoácidos para a tilápia do Nilo. Além disso, as novas linhagens introduzidas no Brasil, com maior potencial genético de crescimento, têm demonstrado maior exigência em proteína e aminoácidos, necessitando de estudos atualizados para a elaboração de dietas balanceadas para as mesmas.

4. Proteína ideal e aminoácidos sintéticos

Os resultados obtidos com aminoácidos sintéticos parecem estar estreitamente relacionados com os ingredientes empregados, seu nível de inclusão e valor nutricional dos seus aminoácidos (Sadiku & Jauncey, 1995). Assim, os aminoácidos sintéticos devem ser empregados para obter dietas com adequado balanceamento de aminoácidos.

A relação entre os aminoácidos é de fundamental importância para permitir melhor eficiência de utilização da proteína dietética. Nos últimos anos, tem-se preconizado a utilização do conceito de proteína ideal em dietas para aves e suínos, de forma a obter dietas com perfil ideal de aminoácidos que atendam às exigências de manutenção e de produção dos peixes.

Esse conceito de proteína ideal pode ser aplicado em dietas para peixes, pois as exigências quantitativas de aminoácidos são constantemente alteradas em função dos avanços genéticos obtidos, sendo difícil obter as exigências de todos os aminoácidos com experimentos de dose-resposta. Por outro lado, o conceito de proteína ideal pode ser adaptado a uma variedade de situações, pois ainda que as exigências absolutas de certos aminoácidos possam mudar por diversas razões, as proporções permanecem bastante estáveis (Wang & Fuller, 1989).

A lisina é utilizada como referência por ser economicamente encontrada na forma sintética, pelo número de informações sobre suas exigências, pelo baixo custo e rapidez da sua análise e, por ser utilizada exclusivamente para a síntese de proteína corporal (Mack, 1998).

Wilson (1991), em estudo realizado com o bagre do canal (*Ictalurus punctatus*), apresentou inicialmente o padrão de proteína ideal para estimar as exigências de

aminoácidos para essa espécie. Esse autor também observou elevada correlação entre o perfil de aminoácidos da carcaça com os valores obtidos em experimentos de dose-resposta.

Furuya et al. (2004a) avaliaram dietas com e sem farinha de peixe (10%) para a tilápia do Nilo (5 a 120g), suplementando os aminoácidos lisina, metionina e treonina na dieta isenta de farinha de peixe, com base no conceito de proteína ideal, mantendo o teor de proteína digestível da dieta com farinha de peixe. Os resultados demonstraram a possibilidade de utilizar dietas isentas de farinha de peixe, sem perdas no desempenho e nas características da carcaça (composição química e rendimento). Por outro lado, a excreção de nitrogênio foi inferior nos peixes que receberam a dieta isenta de farinha de peixe e suplementada com aminoácidos, evidenciando a influência positiva do balanceamento de aminoácidos sobre a utilização da proteína da dieta.

Com o uso do conceito de proteína ideal, torna-se possível a elaboração de dietas balanceadas, com menor conteúdo de proteína e sem deficiências de aminoácidos, diminuindo os gastos com proteína e, conseqüentemente, com a alimentação dos peixes.

5. Impacto ambiental da produção

O produto final do catabolismo protéico dos peixes é a amônia, a qual é excretada pelas brânquias e fezes. Apresenta-se de duas formas na água, tanto como porção não ionizada (NH_3) e, como porção ionizada (NH_4^+). Em teleósteos, a amônia compreende cerca de 80% do total da excreção de nitrogênio pelos peixes, sendo essa taxa de excreção influenciada, principalmente, por fatores relacionados com a quantidade e qualidade da dieta fornecida (Chakraborty & Chakraborty, 1998).

O nitrogênio é considerado a principal fonte de poluição na piscicultura, cujo excesso pode resultar em elevada eutrofização (Richie & Brown, 1996), produzindo compostos tóxicos aos peixes (English et al., 1993) e, no caso de domínios de cianobactérias, pode prejudicar as características organolépticas da carcaça dos peixes (Van der Ploeg & Boyd, 1991; Van der Ploeg & Tucker, 1994).

As perdas metabólicas de nitrogênio podem ser minimizadas pela redução do intervalo de arraçoamento, que mantêm a concentração plasmática mais estável (Tantikitti & March, 1995) e reduz as perdas de aminoácidos sintéticos, que são altamente solúveis no meio aquático, em relação aos ligados à proteína (Zarate & Lovell, 1997).

É conhecido que o aumento no conteúdo de proteína da dieta resulta em maior taxa de excreção de compostos nitrogenados. Chakraborty & Chakraborty (1998), estudando o efeito dos níveis de proteína sobre a excreção de amônia em carpa maior da Índia (*Labeo rohita*), verificaram que a excreção de amônia aumentou de acordo com o aumento do nível de proteína da dieta. Em estudo realizado com tilápia (*Tilapia rendalli*), os mesmos autores observaram, também, aumento na excreção de amônia conforme aumentaram os níveis de proteína.

Com a intensificação da piscicultura nos últimos anos, tem-se buscado uma criação sustentável, maximizando a produção, mas com reduzido impacto ambiental. Diante disso, fazem-se necessárias pesquisas para reduzir os custos de produção, melhorando o desempenho além de uma menor descarga de poluentes no ambiente aquático.

A redução no conteúdo de proteína das dietas, com aplicação do conceito de proteína ideal, permite adequada suplementação dos aminoácidos sintéticos, o que possibilita melhores respostas no desempenho produtivo, com obtenção de carne de elevada qualidade para consumo, além da criação sustentável de peixes.

6. Referências Bibliográficas

- AZEVEDO, P. Aclimação da tilápia no Brasil. **Chácaras e quintais**, v.2, p.191-92, 1955.
- CHAKRABORTY, S.C.; CHAKRABORTY, S. Effect of dietary protein level on excretion of ammonia in Indian major carp (*Labeo rohita*), fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v.4, p47-51, 1998.
- DABROWSKI, K.. Effect of partially or totally replacing fish meal protein by soybean protein on growth, food utilization and proteolytic enzyme activities in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). New in vivo test for exocrine pancreatic secretion. **Aquaculture**, v. 77, p. 29-49, 1989.
- DEGANI, G.; REVACH, A. Digestive capabilities of three commensal fish species: carp, *Cyprinus carpio* L., tilapia, *Oreochromis aureus* x *O. niloticus*, and African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1882). **Aquaculture and Fisheries Management**, v.22, p.397-403, 1991.
- EL-SAYED, A-F. M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Research**, v.29, p.275-280, 1998.
- ENCARNAÇÃO, P.; BUREAU D. P. Essential Amino Acids Requirements of Fish: a Matter of Controversy Fish Nutrition Research Laboratory. Department of Animal and Poultry Science. University of Guelph, Guelph, Ontario, CANADA. <http://www.uoguelph.ca/fishnutrition/EAArequire.html>. 2004.
- ENGLISH, W.R.; SCHWEDLER, T.E.; DYCK, L.A. *Aphanizomenon flos-aquae*, a toxic blue green alga in commercial channel catfish, *Ictalurus punctatus*, ponds: a case history. **Journal of Applied Aquaculture**, v.3, p. 195-209, 1993.
- FAO. Aquaculture production statistics 2000-2005. FAO <http://www.fao.org/figis/servlet/species?fid=3217>, FAO, Rome, 2005.
- FITZSIMMONS K. Future trends of tilapia aquaculture in the Américas. In: **Tilapia Aquaculture in the Americas** (ed. By Costa Pierce, B. A. & Rakocy, J.). World Aquaculture Society. Baton Rouge. Louisiana, p.252-264, 2000.

- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de metionina + cistina total e digestível para alevinos revertidos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L.), baseadas no conceito de proteína ideal. *Acta Scientiarum*, v. 23, n. 4, p. 885-889, 2001.
- FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R. et al. Exigência de metionina+cistina para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Revista Ciência Rural** v. 34, n. 6, p. 1933-1937, 2004a.
- FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; NEVES, P. R..Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1933-1937, 2004b.
- GOMES, E.F.; REMA, P.; KAUSHIK, S. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. **Aquaculture**, v.130, p.177-186, 1995.
- HANLEY, F. The digestibility of foodstuffs in the effects of feeding selectivity on digestibility determination in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, v.66, p.163-179, 1987.
- KAUSHIK, S.J.; CRAVEDI, J.P.; LALLES, J.P. et al. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v.133, p.257-274, 1995.
- KROGDAHL, A.; LEA, T.B.; OLLI, J.J. Soybean proteinase inhibitors effect intestinal tripsyn activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **Comp. Biochem. Physiol.**, v.107, n.2, p. 215-219, 1994.
- KUBARIK, J. Tilapia on highly flexible diets. **Feed International**, v. 6, p. 18-21, 1997.

- LOVSHIN L.L. Tilapia culture in Brazil. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, eds. **Tilapia Aquaculture in the Americas**, Vol. 2. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States, p.113–140, 2002.
- MACK, S. Amino acids in broiler nutrition- requirements and interrelations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas, São Paulo, Brasil, p. 69-86, 1998.
- MAINARDES-PINTO, C.S.R.; VERANI, J.R.; ANTONIUTTI, D.M. Estudo comparativo do crescimento de machos de *Oreochromis niloticus* em diferentes períodos de cultivo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 16, p.19-27, 1989.
- PEZZATO L. E. **Digestibilidade em peixes**. 2001. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.
- POPMA, T.J.; LOVSHIN, L.L. **Worldwide prospects for commercial production of tilapia**. Alabama, Research and Development Series n.41, 23p., 1996.
- RICHIE, M.; BROWN, P.B. Availability of phosphorus from feedstuffs fed to rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, Amsterdam, v.142, p.269-282, 1996.
- RICHIE, M.; GARLIN, D.L. Effect of phytic acid on growth and nitrogen retention in tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Nutrition**, v.10 p.389-400, 2004.
- ROTTA, M.A. **Boas práticas de manejo (BPMs) para produção de peixes em tanques-rede**. Documentos, Embrapa Pantanal, ISSN 1517-1973;47), Corumbá, MS, 27p., 2003.
- SADIKU, S.O.E.; JAUNCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and waste generation potential of soybean flour: poultry meat blend based diets for tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), fingerling. **Aquaculture Research**, v. 26, p. 651-657, 1995.
- SANTIAGO, C.B.; LOVELL, R.T. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia. **Journal of Nutrition**, v,118, p.1540-1546, 1988.
- SILVA, L.C.R. **Exigência de treonina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação, em tanques-rede**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, 2005.

- TANTIKITTI, C.; MARCH, B.E. Dynamics of plasma free amino acids in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under variety of dietary conditions. **Fish Physiology. Biochemistry**, v. 14, p. 179-194, 1995.
- TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B.J.; CACECI, et al. Distribution of intestinal enzyme activities along the intestinal tract of cultured Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture**, v. 182, p. 317-327, 2000.
- VAN DER PLOEG, M.; BOYD, C.E. Geosmin production by cyanobacteria (blue green algae) in fish ponds at Auburn, Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 22, p. 207-216, 1991.
- VAN DER PLOEG, M.; TUCKER, C.S. Seasonal trends in flavor quality of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, from commercial ponds in Mississippi. **Journal of Applied Aquaculture**, v.3, p.121-140, 1994.
- WANG, T.C.; FULLER, M.F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acids deletion. **British Journal Nutrition**, v.62, p.77-89, 1989.
- WILSON, R.P. Amino acid nutrition of fish: a new method of estimating requirement values. In: US JAPAN SYMPOSIUM ON AQUACULTURE NUTRITION, 20, 1991, Newport. **Proceedings...** Hatfield Marine Science Center, Newport, Oregon. p.49-54, 1991.
- ZARATE, D.D.; LOVELL, R.T. Free lysine (L-lysine.HCl) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 159, p. 87-100, 1997.

CAPÍTULO II

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10 **REDUÇÃO DA PROTEÍNA, COM BASE NO CONCEITO DE**

11 **PROTEÍNA IDEAL, PARA A TILÁPIA DO NILO**

12 **(*Oreochromis niloticus*), CRIADA EM TANQUES-REDE**

13

13 **Redução da Proteína, com Base no Conceito de Proteína Ideal, para a**
14 **Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Criada em Tanques-rede**

15
16 **RESUMO** - O presente trabalho foi realizado para avaliar o desempenho da
17 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), criada em tanque-rede e alimentada com dietas
18 contendo 27,0 (controle); 25,2; 24,3 e 22,7% de proteína digestível. Aminoácidos
19 cristalinos (L-Lisina, DL-Metionina e L- Treonina) foram adicionados segundo o
20 conceito de proteína ideal e simular o perfil de aminoácidos da dieta controle. Os peixes
21 (34,63 ± 19 g) foram alimentados manualmente com dietas isoenergéticas (3075 kcal de
22 energia digestível/kg de dieta) até saciedade aparente, três vezes ao dia, durante 91 dias.
23 Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos, três
24 repetições e 25 peixes/unidade experimental. Não foram observados efeitos dos níveis
25 de proteína digestível sobre o ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência
26 protéica, peso da carcaça eviscerada, rendimento de carcaça, peso e rendimento de filé,
27 sobrevivência e hematócrito. Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre o
28 consumo, com maior valor estimado para a dieta contendo 24,41% de proteína
29 digestível e excreção de nitrogênio, onde o melhor resultado estimado foi obtido com
30 peixes que receberam a dieta contendo 24,92% de PD. Com redução nos níveis de
31 proteína digestível, observou-se aumento linear ($P < 0,05$) da retenção de nitrogênio.
32 Conclui-se que é possível reduzir a proteína digestível de 27 (29,1% de proteína bruta)
33 para 24,3% (26,6% de proteína bruta) das dietas dos peixes, criados em tanques-rede,
34 com suplementação de aminoácidos (base no conceito de proteína ideal), considerando
35 o desempenho e o custo da dieta/kg ganho em filés.

36
37 Palavras-chave: aminoácidos, proteína ideal, *Oreochromis niloticus*, excreção de
38 nitrogênio

39

40 **Dietary Protein Reduction Based on Ideal Protein Concept to the Nile Tilapia**
41 **(*Oreochromis niloticus*), Cultured in Net Pens**

42
43 **ABSTRACT** - This work was carried out to evaluate the performance of Nile
44 tilapia, cultured in net pens, fed diets containing 27.0 (control), 25.2, 24.3 and 22.7% of
45 dietary digestible protein. Crystalline amino acids (L-lysine, DL-methionine and L-
46 threonine) were added to keep amino acid levels according to the ideal protein profile
47 and to simulate amino acid levels of the control diet. Fish (34.63 ± 1.19 g) were hand-
48 fed one of the four isoenergetic (3075 kcal of digestible energy/kg, as fed basis)
49 experimental diets until apparent satiation, three times a day during 90 days. A
50 completely randomized design with four treatments, three replicates and 25 fishes per
51 experimental unit was utilized. No effects ($P>0.05$) of digestible protein levels on
52 weight gain, feed conversion ratio, protein efficiency ratio, degutted carcass weight,
53 carcass yield and composition, weight and yield fillet, hematocrit and hemoglobin
54 parameters, cost/kg weight gain and cost/kg fillet and survival, were observed. It was
55 observed quadratic effect on feed intake and nitrogen excretion, that increased up to
56 24.41 and 24.92% of digestible protein, respectively. The digestible protein levels
57 reduction resulted in linear increase ($P<0.05$) on the nitrogen retention. It was
58 concluded that is possible the reduction of dietary digestible protein from 27 (29.1% of
59 crude protein) to 24.3% (26.6% of crude protein) for juvenile Nile tilapia, cultured in
60 net pens, fed with diets containing amino acid supplementation, without adverse effects
61 on performance, carcass yield and composition, hematological parameters and diet
62 cost/kg of fillet gain.

63
64 Key Words: amino acid, ideal protein, *Oreochromis niloticus*, nitrogen excretion
65

65
66

Introdução

67 A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada uma das espécies mais
68 promissoras para a piscicultura, pelo rápido crescimento em sistema intensivo, pela
69 rusticidade e por possuir carne com boas características organolépticas e filé sem
70 espinhos intramusculares. O aumento na produtividade requer dietas balanceadas, pois o
71 alimento natural não é capaz de atender às exigências dos peixes, principalmente
72 quando criados em tanques-rede e “raceways”, onde a elevada biomassa por área e as
73 deficiências ou desbalanços de nutrientes podem acarretar perdas de produtividade e,
74 conseqüentemente, menor retorno econômico.

75 Nas dietas dos peixes, a proteína é o item que mais influencia o custo de
76 produção. Dietas formuladas com base em proteína bruta (PB) podem resultar em
77 conteúdo de aminoácidos acima do exigido pelos animais, considerando que os mesmos
78 não possuem exigência de proteína, mas de uma proporção adequada de aminoácidos
79 para a formação de proteína muscular e de outras proteínas corporais.

80 A exigência de proteína pela tilápia tem sido determinada por diversos autores.
81 Pezzato et al. (1986) e Silva et al. (1989), em experimentos com alevinos de tilápia do
82 Nilo, encontraram a exigência de 28 e 34% de PB, respectivamente. Al Hafedh (1999),
83 avaliando diferentes níveis de proteína e quatro fases de crescimento para esta espécie,
84 encontrou a exigência de 30% de PB para esses peixes na fase adulta. Furuya et al.
85 (2000) e El-Saidy & Gaber (2005) encontraram a exigência de 32 e 25% de PB para
86 alevinos e juvenis dessa mesma espécie, respectivamente.

87 Com o propósito de reduzir o conteúdo de proteína em dietas para peixes, os
88 nutricionistas têm buscado fontes alternativas de proteína e/ou a suplementação de
89 aminoácidos na forma sintética. Os resultados obtidos com aminoácidos sintéticos
90 parecem estar estreitamente relacionados com os alimentos empregados, de acordo com

91 sua inclusão e o valor nutricional dos seus aminoácidos (Sadiku & Jauncey, 1995).
92 Assim, os aminoácidos sintéticos devem ser empregados para obter dietas com
93 adequadas proporções de aminoácidos, de forma a maximizar a utilização da proteína da
94 dieta.

95 Em dietas formuladas com base na proteína do farelo de soja, a melhora no
96 desempenho é observada somente quando a lisina é suplementada juntamente com
97 outros aminoácidos essenciais, como demonstrado para a tilápia do Nilo por Odum &
98 Ejike (1991) e Furuya et al. (2004a), para o salmão do Atlântico (*Salmo salar*) por Olli
99 et al. (1995) e Berge et al. (2002) e para a truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) por
100 Davies & Morris (1997) e Yamamoto et al. (2005).

101 A elaboração de dietas com menor nível protéico por meio da suplementação de
102 aminoácidos sintéticos possibilita a formulação de dietas mais próximas das exigências
103 dos peixes. A relação entre os aminoácidos é de fundamental importância para a melhor
104 eficiência de utilização da proteína dietética.

105 O conceito de proteína ideal preconiza o balanço exato de aminoácidos,
106 utilizando a lisina como aminoácido referência e estabelecendo a relação de proporção
107 entre este e os demais aminoácidos essenciais, de forma a se obter um perfil ideal de
108 aminoácidos que atendam as exigências de manutenção e produção dos peixes. A
109 aplicação desse conceito pode ser adaptada a uma variedade de situações, pois ainda que
110 às exigências absolutas de aminoácidos possam mudar por diversas razões, as
111 proporções permanecem praticamente estáveis.

112 A utilização do conceito de proteína ideal pode reduzir o conteúdo de proteína
113 nas dietas, os custos de produção e a excreção de nitrogênio pelos peixes, um dos
114 nutrientes mais poluentes no meio aquático, principalmente nas criações intensivas.

115 O presente trabalho teve por objetivo avaliar a redução de proteína em dietas
116 para a tilápia do Nilo, criada em tanques-rede, através da aplicação do conceito de
117 proteína ideal, com base no desempenho, nas características hematológicas e na análise
118 econômica.

119

120

Material e Métodos

121 O experimento foi realizado pela Universidade Estadual de Maringá, na chácara
122 Hikari, situada em Paiçandu-PR, durante o período de janeiro a abril de 2004.

123 Cerca de 4000 alevinos revertidos com peso vivo médio de $0,5 \pm 0,1$ g,
124 originados da Piscicultura Araucária Belmonte, Rolândia-PR, foram distribuídos em três
125 “hapas” de “nylon” (malha de 2 mm), com volume unitário útil de 6 m^3 , durante dois
126 meses, recebendo ração comercial farelada com 32% de proteína bruta.

127 Trezentos peixes com peso médio inicial de $34,63 \pm 1,19$ g foram selecionados
128 manualmente de acordo com o peso e distribuídos em 12 tanques-rede construídos com
129 malha de 12 mm, fio multifilamento 210/24, com $1,2 \times 1,0 \times 2,0$ m e volume útil
130 unitário de $2,0 \text{ m}^3$. Os tanques foram cobertos com rede de polietileno para proteção
131 contra pássaros.

132 Foram avaliadas quatro dietas (Tabela 1), sendo: 27,0 = dieta controle com
133 27,0% de proteína digestível, suplementada com aminoácidos de forma a atingir a
134 relação lisina/aminoácidos essenciais (metionina, metionina + cistina e treonina),
135 determinada por Santiago & Lovell (1988) para as tilápias; 25,2 = dieta com 25,2% de
136 proteína digestível (redução de 5% no conteúdo de proteína digestível em relação à
137 ração controle), mantendo a quantidade e a proporção de aminoácidos da dieta controle;
138 24,3 = dieta com 24,3% de proteína digestível (redução de 10% no conteúdo de proteína
139 digestível em relação à ração controle), mantendo a quantidade e a proporção de

140 aminoácidos da dieta controle; 22,7 = dieta com 22,7% de proteína digestível (redução
141 de 15% no conteúdo de proteína digestível em relação à dieta controle), mantendo a
142 quantidade e a proporção de aminoácidos da dieta controle. As dietas foram balanceadas
143 de acordo com os valores de proteína e aminoácidos digestíveis determinadas por
144 Furuya et al. (2001).

145

145 Tabela 1. Composição percentual e calculada das dietas
 146 Table 1. Calculated and percentual and chemical composition of diets

Ingrediente (<i>Ingredient</i>)	Proteína digestível (%) (<i>Digestible protein</i>)			
	27,00	25,20	24,30	22,70
Milho (<i>Corn</i>)	26,49	30,25	33,96	37,84
Farelo de soja (<i>Soybean meal</i>)	55,00	51,00	47,00	43,00
Farelo de trigo (<i>Wheat meal</i>)	12,00	12,00	12,00	12,00
Fosfato bicálcico (<i>Dicalcium phosphate</i>)	2,00	2,00	2,00	2,00
Óleo de soja (<i>Soybean oil</i>)	3,00	3,00	3,00	3,00
L-lisina (<i>L-Lysine</i>)	0,00	0,12	0,24	0,35
DL-metionina (<i>DL-methionine</i>)	0,17	0,24	0,30	0,31
L-treonina (<i>L-threonine</i>)	0,12	0,17	0,28	0,28
Supl. Mineral e vitamínico ¹ (<i>Min. and vit. Mix</i>)	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina C ² (<i>Vitamin C</i>)	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT ³	0,02	0,02	0,02	0,02
Alginato de sódio ⁴ (<i>Sodium alginate</i>)	0,10	0,10	0,10	0,10
Sal (<i>Salt</i>)	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100	100	100	100
Custo da ração (R\$/kg) (<i>Diet cost</i>)	0,609	0,612	0,619	0,613
Composição determinada (<i>Determined composition</i>)				
Matéria seca (%) ⁵ (<i>Dry matter</i>)	92,77	92,66	92,75	92,68
Energia digestível (kcal/kg) ⁵ (<i>Digestible energy</i>)	3085	3075	3070	3070
Proteína bruta (%) ⁵ (<i>Crude protein</i>)	29,05	27,55	26,56	24,54
Proteína digestível (%) ⁵ (<i>Digestible protein</i>)	26,98	25,17	24,25	22,71
E/P (kcal de ED/ %PB)	106	112	116	125
P/E (kcal de ED/ %PD)	114	122	127	135
Extrato etéreo (%) ⁵ (<i>Ether extract</i>)	4,19	4,15	4,12	4,07
Fibra bruta (%) ⁵ (<i>Crude fiber</i>)	4,94	4,75	4,56	4,36
Cálcio (%) ⁵ (<i>Calcium</i>)	0,63	0,62	0,61	0,60
Fósforo disponível (%) ⁵ (<i>Available phosphorus</i>)	0,56	0,55	0,54	0,52
Aminoácido digestível (%) ⁶ (<i>Digestible amino acid</i>)				
Lisina (<i>Lysine</i>) ⁶	1,51	1,51	1,51	1,50
Metionina (<i>Methionine</i>) ⁶	0,57	0,62	0,66	0,66
Metionina + cistina (<i>Methionine + cystine</i>) ⁶	1,00	1,11	1,03	1,00
Treonina (<i>Threonine</i>) ⁶	1,12	1,12	1,19	1,12
Triptofano (<i>Thryptophan</i>) ⁶	0,48	0,51	0,62	0,65
Arginina (<i>Arginine</i>) ⁶	2,21	2,08	1,97	1,83

147 ¹ Suplemento mineral e vitamínico (*vitamin and mineral mix*) (Supremais): composição por kg
 148 (*composition per kg*): Vit. A = 1200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2.400
 149 mg; vit. B1 = 4.800 mg; vit. B2 = 4.800 mg; vit. B6 = 4.000 mg; vit. B12 = 4.800 mg; ác. fólico (*folic*
 150 *acid*) = 1.200 mg; pantotenato de Ca (*pantothenic calcium*) = 12.000 mg; vitamina C (*vitamin C*) =
 151 48.000 mg; biotina (*biotin*) = 48 mg; colina (*choline*) = 65.000 mg; niacina (*niacin*) = 24.000 mg; Fe =
 152 10.000 mg; Cu = 600 mg; Mg = 4.000 mg; Zn = 6.000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg;

153 ² Vitamina C (*vitamin C*): (42% de ácido ascórbico) (*42% of ascorbic acid*).

154 ³ Butil Hidroxi Tolueno (*Butil-hidroxi-toluen*).

155 ⁴ Alginato de sódio (*Sodium alginate*).

156 ⁵ Valores calculados de acordo com Pezzato et al. (2002) (*According to Pezzato et al., 2002*).

157 ⁶ Valores calculados de acordo com Furuya et al. (2001) (*According to Furuya et al. 2001*).

158

159 Todos os ingredientes foram moídos até diâmetro igual ou inferior a 0,50 mm.
160 As dietas foram granuladas (diâmetro de 4 mm) através de extrusor, na Fazenda
161 Experimental de Iguatemi –FEI e desidratadas em estufa de ventilação forçada à 50°C
162 durante oito horas. A ração diária total foi distribuída três vezes/dia, às 8; 12 e 18h,
163 através de arraçamento manual até saciedade aparente, quando não se observou mais
164 captura e regurgitação dos grânulos pelos peixes.

165 Todos os peixes foram pesados em balança digital (0,01 g) no início e final do
166 experimento, para determinação do ganho de peso, conversão alimentar, taxa de
167 eficiência protéica e sobrevivência. Após pesagem, cinco peixes de cada unidade
168 experimental foram devolvidos aos respectivos tanques para posterior análise
169 hematológica. Os demais peixes foram acondicionados em caixa isotérmica com gelo e
170 eviscerados para as análises de carcaça (peso da carcaça eviscerada, peso dos filés e
171 rendimento de filé) e índice hepatossomático.

172 O rendimento de carcaça foi obtido da razão entre o peso da carcaça eviscerada
173 e o peso vivo, após jejum de 24 horas, enquanto que o rendimento de filés, foi obtido da
174 razão entre o peso dos filés e o peso vivo do animal. O índice hepatossomático foi
175 calculado da razão entre o peso do fígado e o peso vivo do peixe.

176 A taxa de eficiência protéica e a retenção de nitrogênio foram calculadas de
177 acordo com as expressões descritas por Jauncey & Ross (1982).

$$178 \quad TEP = \frac{GP}{PC}$$

179 *Em que:*
180 *TEP = taxa de eficiência protéica;*
181 *GP = ganho de peso (g);*
182 *PC = proteína consumida (g).*
183

184 Os valores de rendimento de carcaça eviscerada (RC_E) e de rendimento de filé
185 (RF) foram obtidos por meio das equações:

$$186 \quad RC_E = \frac{(PV - PV_I)}{PV} \cdot 100$$

187 *Em que:*
 188 RC_E = *Rendimento de carcaça eviscerada (%)*;
 189 PV = *peso vivo (g)*;
 190 PV_I = *peso das vísceras (g)*.
 191

$$192 \quad RF = \frac{PF}{PV} \cdot 100$$

193
 194 *Em que:*
 195 RF = *Rendimento de filé (%)*;
 196 PF = *peso dos filés (g)*;
 197 PV = *peso vivo (g)*.
 198

199 O peso do fígado foi obtido após a retirada das vísceras para determinação do
 200 rendimento de carcaça inteira, sendo pesado em balança analítica (0,0001 g), para
 201 determinação dos valores de porcentagem do índice hepato-somático, pela equação:

$$202 \quad IHS = \frac{PF}{PV} \cdot 100$$

203 *Em que:*
 204 IHS = *índice hepato-somático*;
 205 PF = *peso do fígado (g)*;
 206 PV = *peso vivo (g)*.
 207

208 Para a realização das análises hematológicas, foram utilizados cinco
 209 peixes/repetição, ao final do período experimental. Os peixes foram anestesiados
 210 (benzocaína, 1 g/15 L de água) e, após completa dessensibilização, foi realizada coleta
 211 de sangue por punção da veia caudal, com seringa de 3 mL banhada com o
 212 anticoagulante EDTA a 3%.

213 A concentração de hemoglobina foi determinada pelo método da
 214 cianometahemoglobina, utilizando-se kit comercial Hemoglobina Analisa Diagnóstica[®],
 215 para determinação colorimétrica em espectrofotômetro de absorção atômica. O
 216 hematócrito foi obtido utilizando-se o método do microhematócrito. As variáveis acima
 217 apresentadas foram avaliadas utilizando-se as técnicas descritas por Jain (1986).

218 As amostras de sangue foram centrifugadas a 3000 rpm, durante cinco minutos,
219 para leitura em tabela de % de hematócrito. As análises foram realizadas no Laboratório
220 de Nutrição de Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de
221 Maringá.

222 A cada quatro dias foram tomadas as medidas de temperatura (8 e 16h), pH e
223 oxigênio dissolvido (mg/L) da água do tanque. Os dados foram obtidos através de "kit"
224 digital portátil.

225 Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade, foram utilizadas 15
226 tilápias do Nilo do lote, que foram mantidos em “hapas” no mesmo tanque em que se
227 encontravam os tanques-rede, com peso médio de $132,5 \pm 13,3$ g, mantidas em dois
228 aquários de fibra de vidro, com volume útil de 180L para a coleta de fezes. O sistema
229 foi mantido sob aeração constante por meio de pedra porosa acoplada a um soprador
230 central, para manter o oxigênio entre 4 a 6 mg/L. A temperatura da água foi mantida
231 entre 25 e 27°C. Estes parâmetros eram aferidos diariamente as 8 e 17 horas em
232 oxímetro digital portátil, para leitura de oxigênio dissolvido e temperatura.

233 A renovação de água dos aquários de coleta de fezes foi realizada diariamente
234 (8:30 e 17:30h), utilizando a água proveniente de um reservatório de 1.000 L com água
235 mantida nas mesmas condições dos aquários de digestibilidade. Os peixes foram
236 arraçados diariamente das 7 às 9 horas e das 13 às 17 horas, manualmente até
237 saciedade aparente.

238 Para a determinação dos CDA, as dietas utilizadas no experimento de
239 desempenho foram moídas, sendo adicionado 0,1% de óxido de cromo (Cr_2O_3) como
240 indicador, peletizadas em moinho manual e desidratadas em estufa de ventilação
241 forçada a 50°C, conforme recomendado por Pezzato et al. (2002).

242 A coleta de fezes foi realizada diariamente às 8 e 17 horas, durante cinco dias,
 243 para formar um “pool” de amostras de cada aquário que foi considerado como repetição.
 244 Para a troca de dieta foi estabelecido um intervalo de cinco dias para adaptação. O
 245 material coletado foi desidratado em estufa de ventilação forçada, à temperatura de
 246 55°C, durante 48 horas. Após secagem, o material foi triturado em moinho faca,
 247 identificado e armazenado em refrigerador para posterior análise.

248 Os coeficientes de digestibilidade da energia e proteína bruta das dietas foram
 249 determinados de acordo com a expressão proposta por Nose (1960):

250

$$251 \quad CDA = 100 - \left[100 \cdot \left(\frac{\% I_r}{\% I_f} \right) \cdot \left(\frac{\% N_f}{\% N_r} \right) \right]$$

252

Em que:

253

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente (%);

254

%I_r e %I_f = % Indicador na ração e nas fezes, respectivamente;

255

%N_f e %N_r = % de nutriente nas fezes e na ração, respectivamente.

256

257

A retenção de nitrogênio foi calculada de acordo com a expressão:

$$258 \quad ERN = \frac{N_f \cdot P_f - N_i \cdot P_i}{N_c} \cdot 100$$

259

Em que:

260

ERN = eficiência de retenção de nitrogênio (%);

261

N_f = nitrogênio final (%);

262

P_f = peso final (g);

263

N_i = nitrogênio inicial (%);

264

P_i = peso inicial (g);

265

N_c = nitrogênio consumido (g).

266

267

A excreção de nitrogênio fecal foi determinada de acordo com a expressão:

$$268 \quad N_e = \frac{N_c - (N_c \cdot CDA_n)}{GP} \cdot 1000$$

269

Em que:

270

N_e = nutriente excretado (kg/ton de peixe);

271

N_c = nutriente consumido (kg);

272

CDA_n = coeficiente de digestibilidade aparente do nutriente (%);

273

GP = ganho de peso (kg).

274

275 Para a excreção do N, a proteína bruta da ração foi convertida em N, dividindo-
276 se o valor de proteína bruta da ração por 6,25.

277 As análises químico-bromatológicas das dietas, carcaças e fezes foram
278 analisadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Universidade
279 Estadual de Maringá – UEM, seguindo-se metodologia citada por Silva (2002).

280 O modelo estatístico utilizado para análises das características de desempenho e
281 econômica foi:

$$282 Y_{ij} = b_0 + b_1(h_i - h) + b_2(h_i - h)^2 + e_{ij}$$

283

284 em que:

285 *Y_{ij}* = observação referente ao tanque j, em que se utilizará o nível de proteína digestível i;

286 *b₀* = constante;

287 *b₁* = coeficiente linear de regressão da variável Y, em função do nível de proteína digestível i,
288 para todo i diferente de 1;

289 *b₂* = coeficiente quadrático de regressão da variável Y, em função do nível de proteína digestível
290 i, para todo i diferente de 1;

291 *h_i* = da porcentagem do nível de proteína digestível i, sendo i = 1, 2, 3 e 4; e *i₁*=27; *i₂*=25,2;
292 *i₃*=24,3 e *i₄*=22,7;

293 *h* = média da porcentagem do nível de proteína digestível;

294 *e_{ij}* = erro aleatório associado a cada observação.

295

296 Os dados foram submetidos às análises de variância e regressão polinomial, por
297 intermédio do programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)
298 (Euclides, 1983).

299

300 **Resultados e Discussão**

301 Foram obtidos valores médios para a temperatura e oxigênio dissolvido da água
302 dos tanques-rede de $28,55 \pm 1,72^\circ\text{C}$ e $5,72 \pm 1,09 \text{ mg/L}$, respectivamente. Os parâmetros
303 permaneceram dentro da faixa recomendada por Popma & Green (1990), para permitir o
304 adequado desempenho das tilápias.

305 Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de desempenho da tilápia do Nilo,
 306 alimentada com dietas, contendo diferentes níveis de proteína digestível, criada em
 307 tanques-rede.

308

309 Tabela 2 – Desempenho da tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis
 310 de proteína digestível

311 *Table 2 - Nile tilapia performance fed diets with different digestible protein levels*

312

Variável (<i>Variable</i>)	Proteína digestível (%)				CV ¹
	<i>(Digestible protein)</i>				
	27,00	25,20	24,30	22,70	
Peso inicial (g) <i>(Initial weight)</i>	36,40	34,76	33,39	34,13	1,56
Peso final (g) <i>(Final weight)</i>	253,55	273,90	264,67	251,91	7,83
Ganho de peso (g) <i>(Weight gain)</i>	217,15	239,14	231,28	217,77	9,13
Consumo (g/peixe) ³ <i>(Feed intake)</i>	365,44	400,05	385,56	385,01	1,16
Conversão alimentar <i>(Feed conversion ratio)</i>	1,69	1,68	1,68	1,77	9,16
Taxa de eficiência protéica <i>(Protein efficiency ratio)</i>	2,05	2,17	2,26	2,31	8,92
Retenção de nitrogênio (%) ² <i>(Nitrogen retention)</i>	34,80	38,91	41,45	42,40	10,26
Excreção de nitrogênio (kg/ton) ³ <i>(Nitrogen excretion)</i>	5,60	6,41	6,21	5,18	9,24
Peso da carcaça (g) <i>(Carcass weight)</i>	231,65	251,96	241,39	229,56	7,54
Rendimento de carcaça (%) <i>(Carcass yield)</i>	90,43	92,03	91,17	91,13	1,26
Peso do filé (g) <i>(Fillet weight)</i>	91,34	101,88	98,11	89,93	9,45
Rendimento de filé (%) <i>(Fillet yield)</i>	39,06	40,49	40,51	39,14	3,92
Índice hepatossomático <i>(Hepatosomatic index)</i>	1,86	1,76	1,66	1,97	8,94

313 ¹ Coeficiente de variação (*coefficient of variation*);

314 ² Efeito linear (*linear effect*) (P<0,05): retenção de nitrogênio (*nitrogen retention*) (Y = 83,6266 +
 315 1,7823X; R=0,92);

316 ³ Efeito quadrático (*quadratic effect*) (P<0,05): consumo (*feed intake*) (P<0,05) (Y = -1977,64 + 194,382X
 317 - 3,9823X²; R=0,68); excreção de nitrogênio (*nitrogen excretion*) (P<0,01) (Y = -146,273 + 12,2496X -
 318 0,2458X²; R=1,00).

319

320 Não foram observados efeitos da redução dos níveis de proteína digestível sobre
 321 o ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, peso da carcaça

322 eviscerada, rendimento de carcaça, peso e rendimento de filé. Não foi observada
323 mortalidade durante o período experimental.

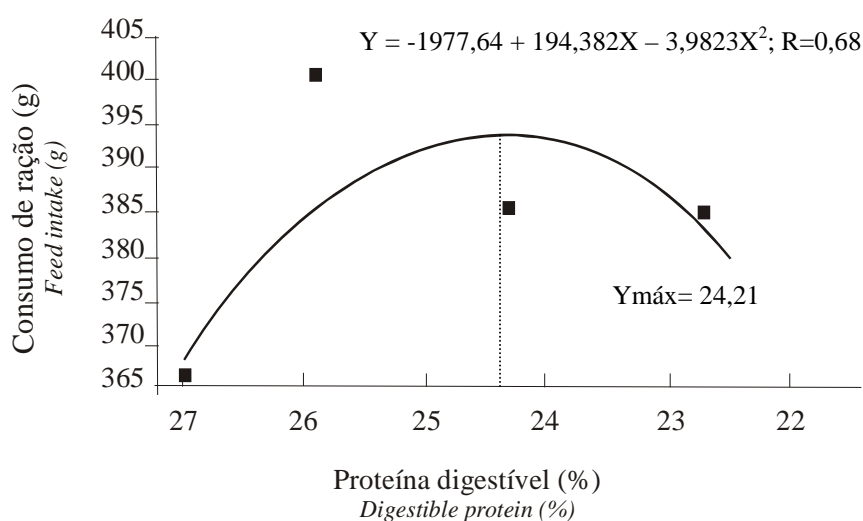
324 A suplementação adequada de aminoácidos possibilitou a redução do conteúdo
325 de proteína digestível nas dietas sem efeito no ganho de peso dos peixes. Isso, devido ao
326 perfil adequado de aminoácidos, que foi capaz de atender à exigência desta espécie.
327 Além disso, os peixes que receberam a dieta contendo 25,2 e 24,3% de proteína
328 digestível obtiveram aumento de 10,13 e 6,51% no ganho de peso, respectivamente, em
329 relação aos peixes alimentados com a dieta controle. Ressalta-se que, com a utilização
330 da dieta com menor valor de proteína digestível resultou em ganho de peso semelhante
331 ao ganho dos peixes alimentados com a dieta controle (27% PD).

332 Kim (1997), em estudo realizado com a truta arco-íris, avaliou dietas com 10,
333 15, 20, 25 e 35% de PB, observou aumento linear ($P < 0,05$) no ganho do peso dos peixes
334 alimentados com a dieta contendo 25% de PB e suplementada com arginina e metionina
335 sintética. Para a mesma espécie, Cheng et al. (2003), utilizaram fonte de proteína de
336 origem vegetal suplementada com aminoácidos e observaram que, os peixes
337 alimentados com a dieta contendo 37% de PB suplementada com aminoácidos
338 sintéticos, obtiveram maior taxa de crescimento que os peixes que receberam a dieta
339 contendo 42% de PB, com os mesmos valores de lisina, metionina, treonina e
340 triptofano. Esses autores, ainda, relataram que a dieta com maior suplementação de
341 lisina (1,8%) resultou em maior crescimentos dos peixes.

342 Os dados de conversão alimentar obtidos neste estudo discordam de Webb &
343 Gatlin (2003), avaliando níveis (35 e 45% PB) e formas de proteína (íntacta e
344 suplementada com aminoácidos) para “red drum” (*Sciacrops ocellatus*) e Berge et al.
345 (2002), em estudo realizado com salmão do Atlântico, avaliando a exigência de lisina e

346 arginina, encontraram melhora na conversão alimentar, na dieta com suplementada com
347 aminoácido sintético.

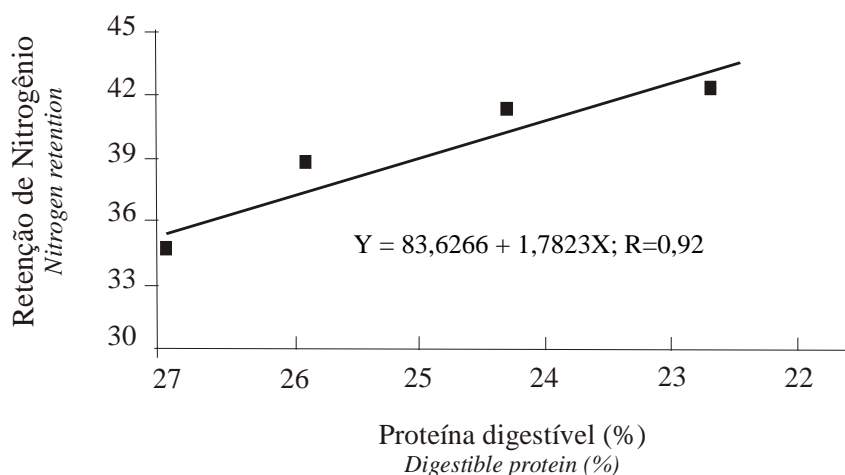
348 Com a redução nos níveis de proteína digestível, foi observado efeito quadrático
349 ($P < 0,05$) no consumo de ração, estimando-se o valor de 24,41% de PD, para maior
350 valor dessa variável (Figura 1).



351
352 Figura 1 – Consumo de ração pela tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo
353 diferentes níveis de proteína digestível.
354 *Figure 1 – Feed intake of Nile tilapia fed diets with different digestible protein levels.*

355 Yamamoto et al. (2005) observaram redução no consumo pela truta arco-íris que
356 receberam dietas com menor valor de proteína. No presente estudo, o maior consumo
357 foi relacionado com o maior ganho de peso, uma vez que a conversão alimentar
358 permaneceu praticamente constante nos peixes que receberam as dietas com 27; 25,2 e
359 24,3% de PD.

360 Não foi observado efeito dos tratamentos sobre a taxa de eficiência protéica. Por
361 outro lado, foi observado aumento linear ($P < 0,05$) da retenção de nitrogênio, à medida
362 que se reduziu o conteúdo de proteína digestível (Figura 2).



363
364
365
366
367
368

Figura 2 – Retenção de nitrogênio pela tilápia do Nilo alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível.

Figure 2 – Nitrogen retention of Nile tilapia fed diets with different digestible protein levels.

369 O balanço de aminoácidos é importante para o máximo aproveitamento da
370 proteína pelos peixes. Os resultados de retenção de nitrogênio no presente estudo,
371 discordam de Yamada et al. (1981), Cowey & Walton (1989) e Schumacher et al.
372 (1997) que questionaram a eficiência de utilização dos aminoácidos sintéticos pelos
373 peixes, pela rápida elevação dos aminoácidos sintéticos nos níveis plasmáticos e as
374 perdas por catabolismo (Plakas & Katayama, 1981; Murai et al., 1985).

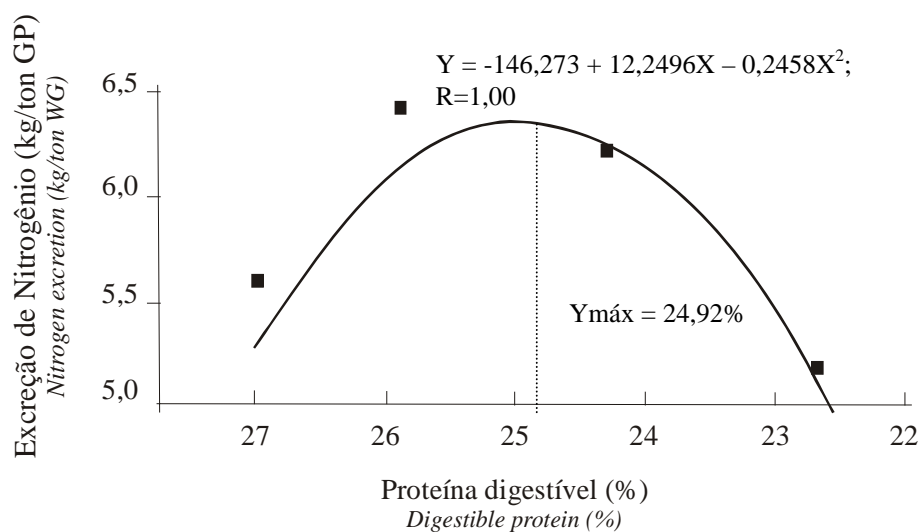
375 Outro fator que pode influenciar a utilização dos aminoácidos sintéticos pelos
376 peixes relaciona-se com a alta taxa de lixiviação, como observado por Zarate & Lovell
377 (1997). Esses autores constataram lixiviação de 13% da lisina sintética da dieta, 15
378 segundos após contato com a água, enquanto foi lixiviada apenas 2% da lisina ligada à
379 proteína. No presente estudo, adotou-se uma maior frequência de arraçoamento (3
380 vezes/dia), para evitar a rápida elevação nos níveis plasmáticos de lisina, metionina e
381 treonina, aumentando a eficiência de utilização da proteína. Isso também foi observado

382 por Tantikitti & March (1995) e Berge et al. (2002) em trabalhos realizados com a truta
383 arco-íris e com o salmão do Atlântico, respectivamente.

384 As relações energia:proteína e lisina:arginina são importantes para adequada
385 utilização dos aminoácidos. Neste estudo, os melhores resultados de desempenho foram
386 obtidos com as dietas contendo relação energia digestível:proteína digestível de 122:1 e
387 127:1 e relação lisina digestível:arginina digestível de 0,72:1 e 0,77:1, com as dietas
388 contendo 25,2 e 24,3% de PD, respectivamente.

389 Kaushik et al. (1988), em estudo realizado com truta arco-íris, relataram que o
390 aumento no conteúdo de arginina na dieta, aumentou a digestibilidade desse aminoácido
391 e diminui a digestibilidade da lisina, indicando que há competição entre estes para
392 absorção no intestino delgado. Berge et al. (2002), em trabalho realizado com salmão do
393 Atlântico, observaram que o crescimento e a conversão melhoraram nos peixes
394 alimentados com dietas contendo níveis limitantes de lisina e altos níveis de arginina.
395 Porém, nas dietas contendo níveis limitantes de arginina e altos níveis de lisina, não foi
396 observada melhora no crescimento dos peixes. No presente estudo, em todas as dietas,
397 os níveis de arginina encontram-se acima das exigências recomendadas pelo NRC
398 (1993) para as tilápias.

399 Foi observado efeito quadrático ($P < 0,05$) na excreção de nitrogênio fecal,
400 estimando-se o valor de 24,93% de PD, para o maior valor dessa variável (Figura 3).



401
 402 Figura 3 – Excreção de nitrogênio de tilápia do Nilo alimentada com dietas com
 403 diferentes níveis de proteína digestível.
 404 *Figure 3 – Nitrogen excretion of Nile tilapia fed diets with different digestible protein levels.*
 405

406 Para a carpa maior da Índia (*Labeo rohita*), Chakraborty & Chakraborty (1998)
 407 observaram aumento na excreção de amônia com o aumento da proteína ingerida por
 408 esses peixes. Engin & Carter (2001), em estudo com juvenis de enguia (*Anguilla*
 409 *australis*), observaram aumento da taxa de excreção de amônia com níveis mais altos de
 410 proteína na dieta. Os resultados obtidos no presente experimento confirmaram os
 411 encontrados por Webb & Gatlin (2003), pois observaram redução na excreção de
 412 amônia pelo “red drum” que receberam dietas com menor teor de proteína.

413 Viola & Lahan (1991) observaram menor excreção de nitrogênio pela carpa
 414 comum alimentada com dieta contendo 25% de PB, em comparação à dieta com 30% de
 415 PB. Essa excreção foi ainda menor nos peixes que receberam a dieta com 25% de PB
 416 suplementada com lisina e metionina. Esses resultados concordam com os encontrados
 417 por Rodehutsord et al. (1994), em estudo realizado com truta arco-íris, onde
 418 observaram ser possível reduzir em 16% a excreção de nitrogênio em dietas contendo
 419 glúten de milho e suplementadas com aminoácidos sintéticos.

420 Cheng et al (2003), em estudo realizado com truta arco-íris, observaram que a
 421 dieta com 37% de PB (fonte vegetal) resultou em menor descarga de nitrogênio
 422 amoniacal total pelos peixes, em relação aos que receberam dieta com mesmo conteúdo
 423 de proteína, formulada com base na farinha de peixe. Esses autores observaram ainda,
 424 que, em dietas contendo fonte vegetal de proteína e suplementada com aminoácidos
 425 sintéticos, a excreção de nitrogênio foi reduzida em 26%, quando comparada com a
 426 dieta contendo farinha de peixe.

427 Na Tabela 3 encontram-se os valores médios de hematócrito e hemoglobina da
 428 tilápia do Nilo, alimentada com dietas contendo diferentes níveis de proteína digestível,
 429 criada em tanques-rede.

430

431 Tabela 3 – Valores médios de hematócrito e hemoglobina para a tilápia do Nilo
 432 alimentada com dietas com diferentes níveis de proteína digestível

433 *Table 3 – Mean values of hematocrit and hemoglobin of Nile tilapia fed diets with different digestible*
 434 *protein levels*

Variável	Proteína digestível (%) ¹				CV ¹
	<i>(Digestible protein)</i>				
Hematócrito (%) <i>(Hematocrit)</i>	27,00	25,20	24,30	22,70	9,41
Hemoglobina (g/dL) ² <i>(Hemoglobin)</i>	8,81	9,07	8,43	7,13	14,00

435 ¹Coeficiente de variação (*Coefficient of variation*)

436

437

438 Não foi observado efeito dos níveis de proteína digestível sobre o hematócrito e
 439 taxa de hemoglobina. Com exceção do valor de hemoglobina encontrado nos peixes
 440 alimentados com a dieta contendo 22,7% de PD, os dados de hematócrito e
 441 hemoglobina, observados no presente estudo, encontram-se acima das médias dos
 442 valores descritos por Tavares-Dias & Moraes (2004), de 28,58% e 7,97 g/dL,
 443 respectivamente, em trabalhos realizados com a tilápia do Nilo em cativeiro.

444 Não foram observados efeitos do conteúdo de proteína das dietas no peso e
 445 rendimento de carcaça e de filé. No entanto, nos peixes alimentados com a dieta

446 contendo 25,2% de PD obteve-se maior rendimento de carcaça (1,6%) e rendimento de
 447 filé (1,43%), em relação aos que receberam a dieta controle. Os maiores rendimentos de
 448 carcaça e de filé, provavelmente, ocorreram devido à suplementação de lisina,
 449 metionina e treonina, utilizados para a síntese de tecido muscular, conforme explicado
 450 por Bailey (1989).

451 Na Tabela 4 encontram-se os valores médios de composição química da carcaça
 452 da tilápia do Nilo, alimentada com dietas contendo diferentes níveis de proteína
 453 digestível, criada em tanques-rede.

454
 455 Tabela 4 – Composição química da carcaça da a tilápia do Nilo alimentada com dietas
 456 com diferentes níveis de proteína digestível
 457 *Table 4 – Carcass chemical composition of Nile tilapia fed diets with different digestible protein levels*
 458

Variável (<i>Variable</i>)	Proteína digestível (%) ¹ (<i>Digestible protein</i>)				CV ¹
	27,00	25,20	24,30	22,70	
Água (%) (<i>Water</i>)	76,29	77,31	76,40	76,63	1,06
Proteína bruta (%) (<i>Crude protein</i>)	17,45	17,47	17,83	17,81	5,99
Gordura (%) (<i>Fat</i>)	2,39	2,08	2,44	2,23	5,67
Cinzas (%) (<i>Ash</i>)	1,09	0,99	1,12	1,14	6,70

459 ¹ Coeficiente de variação (*Coefficient of variation*)
 460

461 Não foi observado efeito dos níveis de proteína digestível sobre composição
 462 química da carcaça. Os resultados dos trabalhos realizados com dietas contendo
 463 diferentes níveis de proteína não demonstram efeito sobre a composição da carcaça dos
 464 peixes, mas somente quando a proteína foi avaliada juntamente com níveis de energia,
 465 como observado nos trabalhos de Lee & Kim (2001), Allan & Booth (2004) e Bechara
 466 et al (2005), em estudos realizados com juvenis de salmão “masu”, “silver perch” e
 467 pacu, respectivamente.

468 A deposição de gordura está estreitamente relacionada com o balanceamento de
 469 aminoácidos e com a relação energia/proteína da dieta. No entanto, deve-se considerar o
 470 peso dos peixes, esperando-se que o de maior peso apresentem maior conteúdo de
 471 gordura corporal. No presente estudo, ainda que o maior peso final tenha sido obtido
 472 pelos peixes que foram alimentados com a dieta contendo 25,2% de PD, os mesmos
 473 apresentaram menor gordura nos filés.

474 Na Tabela 5 encontram-se os valores médios de custo em dieta por quilo de
 475 ganho de peso e o custo da dieta por quilo de ganho em filé da tilápia do Nilo,
 476 alimentada com dietas contendo diferentes níveis de proteína digestível, criada em
 477 tanques-rede. A redução do conteúdo de proteína digestível não resultou em diferenças
 478 no custo/kg de ganho de peso e custo/kg em ganho de filé.

479

480 Tabela 5 – Custo de produção para a tilápia do Nilo alimentada com dietas com
 481 diferentes níveis de proteína digestível

482 *Table 5 – Production cost of Nile tilapia fed diets with different digestible protein levels*

483

Variável (<i>Variable</i>)	Proteína digestível (%) ¹ (<i>Digestible protein</i>)				CV ¹
	27,00	25,20	24,30	22,70	
Custo/kg de ganho de peso (R\$/kg) (<i>Cost/kg weight gain</i>)	1,03	1,03	1,04	1,09	9,01
Custo/kg de filé (R\$/kg) (<i>Cost/kg fillet</i>)	2,47	2,41	2,47	2,64	8,53

484 ¹ Coeficiente de variação (*Coefficient of variation*).

485

486

487

O aumento na suplementação de aminoácidos sintéticos resultou em elevação
 488 no custo do quilograma da dieta. Por outro lado, quando considerado em termos de
 489 custo em dieta por quilograma de ganho de peso e custo em dieta por quilograma de
 490 ganho de peso em filés, a relação custo benefício permaneceu praticamente constante,
 491 com exceção do custo/kg ganho em filé obtido pelos peixes alimentados com a dieta
 492 contendo 22,7%. Assim, em termos práticos, é possível considerar que a redução no

493 tempo de abate pela obtenção de peixes com maior peso e maior rendimento de
494 carcaça, certamente resultará em maior benefício econômico ao produtor.

495 Demonstrou-se a possibilidade de reduzir o valor de proteína digestível da dieta
496 de 27 para 24,3% de PD, para as tilápias, sem prejuízos ao crescimento, utilização da
497 proteína da dieta, rendimento e composição da carcaça, sem causar anemia aos peixes,
498 sem alterar o custo da dieta/kg de ganho de peso vivo e em filés. Isso também foi
499 observado por Cheng et al. (2003) e Yamamoto et al. (2005), em estudos realizados com
500 a truta arco-íris, que viabilizaram a redução de 42 para 37% de PB e de 45 para 31% de
501 PB, respectivamente, sem prejuízos ao desempenho. Além disso, esses autores
502 observaram redução na excreção de nitrogênio amoniacal pelos peixes que receberam
503 dieta contendo menor teor de proteína.

504 A redução de proteína nas dietas dos peixes é importante para diminuir o custo
505 com a alimentação. Além disso, diminui o nitrogênio na água, o que auxilia na produção
506 sustentável de peixes, principalmente os criados em condições de altas densidades, que
507 dependem exclusivamente das dietas balanceadas.

508 Os resultados obtidos, neste estudo, demonstraram ser possível elaborar dietas
509 balanceadas com redução de 10% no conteúdo de proteína digestível para a tilápia do
510 Nilo. Isso foi possível nas dietas suplementadas com aminoácidos, com base no
511 conceito de proteína ideal, com valores de energia, proteína e aminoácidos digestíveis e
512 fósforo disponível.

513

514

Conclusão

515 Conclui-se que é possível reduzir a PD de 27 (29,1% de proteína bruta) para
516 24,3% (26,6% de proteína bruta) nas dietas para a tilápia do Nilo, criada em tanques-

517 rede, com a suplementação de aminoácidos (base no conceito de proteína ideal),
518 considerando o desempenho e a análise econômica.

519

520

Literatura Citada

521 AL-HAFEDH, Y. S. Effects of dietary protein on growth and body composition of Nile
522 tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v.30, p.385-393, 1999.

523 ALLAN, G.L.; BOOTH, M. A. The effects of dietary digestible protein and digestible
524 energy content of protein retention efficiency of juvenile silver perch (*Bidyanus*
525 *bidyanus*). **Aquaculture**, v.35, p. 970-980, 2004.

526 BAILEY, A.J. Molecular and fiber structure of collagen. In: BAILEY, A.J.; LIGHT,
527 N.D. **Connective tissue in meat and meals products**. London: Elsevier. p.35-48,
528 1989.

529 BECHARA, J.A.; ROUX, J.P.; DIAZ, F.J.R. et al. The effect of dietary protein level on
530 pond water quality and feed utilization efficiency of pacu *Piaractus mesopotamicus*.
531 **Aquaculture Research**, v.36, p.546-553, 2005.

532 BERGE, G.E.; SUEIER, H.; LIED, E. Effects of feeding Atlantic salmon (*Salmo salar*)
533 imbalanced levels of lysine and arginine. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.239-248,
534 2002.

535 CHAKRABORTY, S.C.; CHAKRABORTY, S. Effect of dietary protein level on
536 excretion of ammonia in Indian major carp (*Labeo rohita*), fingerlings.
537 **Aquaculture Nutrition**, v.4, p.47-51, 1998.

538 CHENG, Z.J.; HARDY, R. W.; USRY, J. L. Plant protein ingredients with lysine
539 supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (*Oncorhynchus*
540 *mykiss*) diets, and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion.
541 **Aquaculture**, v.218, p. 553-565, 2003.

542 COWEY, C.B.; WALTON, M.J. Intermediary metabolism. In. J.E. Halver Editor, **Fish**
543 **Nutrition** (2ed.), Academic Press, San Diego, United States, p.259-329, 1989.

544 DAVIES, S.J.; MORRIS, P.C. Influence of multiple amino acids supplementation on
545 the performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), fed soya based
546 diets. **Aquaculture Research**, v. 28, p. 65-74, 1997.

- 547 EL-SAYDI, D.M.S.D.; GABER, M. M. A. Effect of dietary protein levels and feeding
548 rates on growth performance, production traits and body composition of Nile tilapia
549 (*Oreochromis niloticus*), cultured in concrete tanks. **Aquaculture Research**, v.36,
550 p.163-171, 2005.
- 551 ENGIN, K.; CARTER, C.G. Ammonia and urea excretion rates of juveniles Australian
552 short-finned eel (*Anguilla australis australis*) as influenced by dietary protein level.
553 **Aquaculture**, v.194, p.123-136, 2001.
- 554 EUCLYDES, R.F.; **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para**
555 **análises estatística e genética)**. Viçosa: UFV, 1983, 59p.
- 556 FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para
557 alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade**
558 **Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1912-1917, 2000.
- 559 FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C. et al. Coeficientes de
560 digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes pela
561 tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de**
562 **Zootecnia**, v.30, n.4, p. 1125-1131, 2001.
- 563 FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P.R. et al. Exigência de metionina+cistina
564 para alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Revista Ciência Rural** v.
565 34, n. 6, p. 1933-1937, 2004a.
- 566 FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; NEVES, P. R..Exigência de lisina pela tilápia do Nilo
567 (*Oreochromis niloticus*) na fase de terminação. **Revista Ciência Rural**, v. 34, n. 6,
568 p. 1933-1937, 2004b.
- 569 JAIN, N.C. **Schalm's veterinary haematology**. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia,
570 1986. 1221p.
- 571 JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feed and feeding**. Scotland: University of
572 Stirling, 1982. 111p.
- 573 KAUSHIK, S.J.; FAUCONNEAU, B.; TERRIER, L. et al. Arginine requirement and
574 status assessed by different biochemical indices in rainbow trout *Salmo gairdneri*.
575 **Aquaculture**, v.70, p.75-95, 1988.
- 576 KIM, K-IL. Re-evaluation of protein and amino acid requirements of rainbow trout
577 (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.151, p.3-7, 1997.

- 578 LEE, S-M.; KIM, K-D. Effects of dietary protein and energy levels on the growth,
579 protein utilizaion and body composition of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus*
580 *masou*). **Aquaculture Research**, v.32, p.39-45, 2001.
- 581 MURAI, T.; AKIYAMA, T.; WATANABE, T. et al. Effects of dietary protein and
582 lipids levels on performance and carcass composition of fingerlings carp (*Cyprinus*
583 *carpo*). **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v.54, p.605-608,
584 1985.
- 585 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC **Nutrient Requirements of warmwater**
586 **fishes and shellfishes**. Washington: National Academy Press. 102p. 1993.
- 587 NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and
588 rainbow trout (*Salmo irideus* G.). **Bulletin Freshwater Fish Research**
589 **Laboratory**, v.10, p.11-22, 1960.
- 590 ODUM, O; EJIKE, C. Aspects of amino acid utilization in the cichlid (*Oreochromis*
591 *niloticus*). **Acta Hidrobiologia**, v.33, p. 345-352, 1991.
- 592 OLLI, J.; KROGDAHL, A. Alcohol soluble components of soybean seem to reduce fat
593 digestibility in fish-meal-based diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*).
594 **Aquaculture Research**, v.26, p.831-835, 1995.
- 595 PEZZATO, L.E.; PACKER. I.V.; PEZZATO, A.C. et al. Efeito de níveis de proteína
596 sobre o crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), submetida a reversão
597 sexual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 5, 1986, Cuiabá.
598 **Anais...** Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, p. 70-71, 1986.
- 599 PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de
600 ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de**
601 **Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- 602 PLAKAS, S.M.; KATAYAMA, T. Apparent digestibilities of amino acids from three
603 regions of the gastrointestinal tract of carp (*Cyprinus carpo*) after ingestion of a
604 protein and corresponding free amino acid diet. **Aquaculture**, v.24, p.309-314,
605 1981.
- 606 POPMA, T.J.; GREEN, B.W. Sex reversal of tilapia in earthen ponds. **Aquaculture**
607 **production manual**. Alabama: Auburn University, Alabama Research and
608 Development. Series 35, 15p. 1990.

- 609 RODEHUTSCORD, M.; BORCHERT, F.; GREGUS, Z. et al. Availability and
610 utilization of free lysine in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). 2. Comparison of
611 L-lysine -HCl and L-lysine sulphate. **Aquaculture**, v. 187, p.177-183, 1994.
- 612 SADIKU, S.O.E.; JAUNCEY, K. Digestibility, apparent amino acid availability and
613 waste generation potential of soybean flour: poultry meat blend based diets for
614 tilapia, *Oreochromis niloticus* (L), fingerling. **Aquaculture Research**, v. 26, p.
615 651-657, 1995.
- 616 SANTIAGO, C.B.; LOVELL, R.T. Amino acid requirements for growth of Nile tilapia.
617 **Journal of Nutrition**, v,118, p.1540-1546, 1988.
- 618 SILVA, S.S. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed., UFV:
619 Viçosa, 235p., 2002.
- 620 SILVA, S.S.; GUNASEKARA, R.M.; ATAPATU, D. The dietary protein requirements
621 of young tilapia and an evaluation of the least cost of dietary protein levels.
622 **Aquaculture**, v.80, p.271-284, 1989.
- 623 SCHUHMACHER, A.; WAX, C.; GROPP, J.M. Plasma amino acids in rainbow trout
624 (*Oncorhynchus mykiss*) fed intact protein or a crystalline amino acid diet.
625 **Aquaculture**, v.151, p.15-28, 1997.
- 626 TANTIKITTI, C.; MARCH, B.E. Dynamics of plasma free amino acids in rainbow
627 trout (*Oncorhynchus mykiss*) under variety of dietary conditions. **Fish. Physiol.**
628 **Biochem.**, v. 14, p. 179-194, 1995.
- 629 TAVARES-DIAS, M.; MOURA, F.R.M. **Hematologia de peixes teleósteos**. 1ºEd.,
630 Ribeirão Preto, SP, 144p., 2004.
- 631 VIOLA, S.; LAHAN, E. Effects of lisien supplementation in practical dcarp feeds on
632 total protein sparing and reduction of pollution. **The Israeli Journal of**
633 **Aquaculture**, v.43, p.112-1128, 1991.
- 634 WEBB, K.A.; GATLIN, D.M. Effects of dietary protein level and form on production
635 characteristics and ammonia excretion of red drum *Sciaenopss ocellatus*.
636 **Aquaculture**, v.225, p.17-26, 2003.
- 637 YAMADA, S.; SIMPSOM, K.; TANAKA, Y.; et al. Plasma amino acid changes in
638 rainbow trout force-fed casein and corresponding amino acid mixture. **Bull. Jpn.**
639 **Soc. Sci. Fish.**, v. 47, p. 1035-1040, 1981.

- 640 YAMAMOTO, T.; SUGITA, T.; FURUITA, H. Essential amino acid supplementation
641 to fish meal-based diets with low protein to energy ratios improves the protein
642 utilization in juvenile rainbow trout (*O. mykiss*). **Aquaculture**, in press, 2005.
- 643 ZARATE, D.D.; LOVELL, R.T. Free lysine (L-lysine.HCl) is utilized for growth less
644 efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young
645 channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 159, p. 87-100, 1997.
- 646

646

647

648

649

650

651

CONCLUSÕES FINAIS

652

653

654

655

656

657

658

659

A dieta com reduzido conteúdo de proteína digestível (24,3% ou 26,6% de proteína bruta), suplementada com aminoácidos sintéticos, baseada no conceito de proteína ideal, não prejudica o desempenho, as características hematológicas e as variáveis econômicas, entretanto, proporciona redução na excreção de nitrogênio, para tilápia do Nilo, criada em tanques-rede.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)