

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**MODELOS DE CRESCIMENTO E DESEMPENHO DE
TILÁPIAS DO NILO (*Oreochromis niloticus*; LINHAGEM
SUPREME) ALIMENTADAS COM DIETAS SEM OU COM
SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E TREONINA, EM
GAIOLAS**

Autora: Tarcila Souza de Castro Silva
Orientador: Dr. Wilson Massamitu Furuya

MARINGÁ
Estado do Paraná
Outubro – 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**MODELOS DE CRESCIMENTO E DESEMPENHO DE
TILÁPIAS DO NILO (*Oreochromis niloticus*; LINHAGEM
SUPREME) ALIMENTADAS COM DIETAS SEM OU COM
SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA E TREONINA, EM
GAIOLAS**

Autora: Tarcila Souza de Castro Silva
Orientador: 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
Estado do Paraná
Outubro - 2008

"A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido. Não na vitória propriamente dita".

Mahatma Gandhi

Aos meus pais,
Rosa Maria Souza e Silva e Manoel de Castro Silva,
que sempre me incentivaram,
e me deram suporte para eu estudar e para realizar todos meus sonhos,
que são exemplos de vida e se tornam a razão da minha vida.

À minha irmã,
Tatiana Souza de Castro Silva,
que sempre esteve ao meu lado mesmo longe,
pela amizade e torcida.

Aos meus amigos,
**Christiane de Lima Correia e Silva, Valdinéia Patrícia Dim e Mariana Zechinn
Torres,**
pessoas que encontrei ao longo da minha vida e que se tornaram parte dela,
minhas irmãs que me apoiam sempre.

O meu amor,
Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus que nos ilumina e nos rege em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Wilson Massamitu Furuya, pela orientação, pela amizade, pelo incentivo e pela confiança.

Ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins pela co-orientação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Estadual de Maringá e à Aquipeixe, em especial meus pais Rosa Maria e Manoel, proprietários desta empresa, por terem viabilizado a realização do experimento.

Ao José Luiz, à Ivanete, ao Valdir e à todos os funcionários da Chácara São João, que durante minha estada de 5 meses, me deram todo o suporte necessário para a realização do meu trabalho.

Ao Laboratório de Análise de Alimentos (LANA) por ter possibilitado a análise química das amostras coletadas.

À Piscicultura Aquabel, pelo fornecimento dos alevinos de tilápia para os experimentos desta dissertação.

À Alisul Alimentos, pela ajuda de parte da ração utilizada.

À Ajinomoto Biloatina, pelo fornecimento dos aminoácidos utilizados e pela realização das análises de perfil de aminoácidos.

Ao Grupo de Pesquisa em Nutrição de Peixes Tropicais, GNPT, composto por Lilian Dena dos Santos, Lilian Carolina Rosa da Silva, Christiano Schamber, Luiz Vitor Vidal, Thêmis Graciano, Mariana Michelato.

Aos amigos de Presidente Epitácio que fizeram um pouco mais fácil esse ano.

A todos meus amigos, mesmo os mais distantes, que me acompanham e que me apóiam em todos os momentos da minha vida. Em especial, as Lílians, a Valdinéia, a Christiane, a Mariana.

BIOGRAFIA

Tarcila Souza de Castro Silva, filha de Manoel de Castro Silva e Rosa Maria Souza e Silva, nasceu em Dracena, São Paulo, no dia 01 de setembro de 1983.

Em março de 2001, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Maringá, concluindo-o em dezembro de 2005.

No dia 18 de novembro de 2003, submeteu-se à banca examinadora para defesa do Trabalho de Conclusão de Curso.

Em março de 2006, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Peixes.

Nesta data submeteu-se à banca examinadora para defesa da dissertação de mestrado, no Programa de Pós-Graduação de Zootecnia.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1. Tilápia do Nilo.....	1
2. Criação em gaiolas.....	2
3. Fisiologia do Crescimento.....	3
4. Modelos de Crescimento.....	4
5. Aminoácidos Sintéticos.....	6
7. Literatura Citada.....	8
OBJETIVOS GERAIS.....	10
ARTIGO I – Modelos de crescimento de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> ; linhagem <i>Supreme</i>), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
Introdução.....	14

Material e Métodos.....	15
Resultados e Discussão	20
Conclusões.....	24
Literatura Citada.....	25
ARTIGO II - Desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> ; linhagem <i>Supreme</i>), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas.....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
Introdução.....	29
Material e Métodos.....	30
Resultados e Discussão	36
Conclusões.....	46
Literatura Citada.....	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50

LISTA DE TABELAS

	Página
ARTIGO I – Modelos de crescimento de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> ; linhagem Supreme), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas	
Tabela 1 - Composição percentual das dietas.....	17
Tabela 2- Composição química e de aminoácidos das dietas.....	18
Tabela 3 - Modelos utilizados para descrever o padrão de crescimento de tilápias do Nilo.....	19
Tabela 4 - Valores médios dos parâmetros da curva de crescimento para os dois modelos não-lineares estudados.....	20
Tabela 5 - Critérios de comparação de curvas de crescimento.....	22
ARTIGO II - Desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> ; linhagem <i>Supreme</i>), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas	
Tabela 1 - Composição percentual das dietas.....	33
Tabela 2 - Composição química e de aminoácidos das dietas.....	36
Tabela 3 – Valores médios ganho de peso diário (GPD), consumo (CR), consumo relativo (CRE), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP) e retenção de nitrogênio (RN) de tilápias do Nilo, em função do peso corporal.....	37

Tabela 4 - Valores médios da composição química da carcaça de tilápias do Nilo da linhagem <i>Supreme</i> em função do peso corporal.....	40
Tabela 5 - Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis, umidade, proteína bruta e extrato etéreo da carcaça de tilápias do Nilo da linhagem <i>Supreme</i> sobre o peso dessa carcaça.....	40
Tabela 6 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos das variáveis, peso corporal, comprimento padrão, largura, altura, víscera e cabeça sobre o peso do filé de tilápias do Nilo da linhagem <i>Supreme</i>	41
Tabela 7 - Valores médios de peso, rendimento e composição química do filé de tilápias do Nilo com peso corporal médio de 423,47 g e 722,70 g.....	43
Tabela 8 - Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis, umidade (UM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) sobre ao peso do filé de tilápias do Nilo da linhagem <i>Supreme</i>	44

LISTA DE FIGURAS

	Página
ARTIGO I – Modelos de crescimento de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> ; linhagem Supreme), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas	
Figura 1 – Representação gráfica dos dados de peso em função do tempo pelo modelo de Gompertz.....	21
Figura 2 - Representação gráfica dos dados de peso em função do tempo pelo modelo Logístico.....	21
Figura 3 – Representação gráfica dos dados de peso em função do tempo pelo modelo Quadrático.....	22
ARTIGO II - Desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i> ; linhagem Supreme), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas	
Figura 1 – Análise de regressão das variáveis de ganho de peso diário (GPD), consumo relativo (CR), conversão alimentar (CA) e retenção de nitrogênio (RN), em função do peso corporal de tilápias do Nilo da linhagem Supreme.....	38
Figura 2 – Análise de trilha relacionando o peso do filé as variáveis de composição química em umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), do mesmo.....	41
Figura 3 – Análise de trilha relacionando o peso do filé (PF) ao peso corporal (PC), comprimento padrão (CP), largura (LARG), altura (ALT), víscera (VISC) e cabeça (CABE) sobre o peso do filé (PF) de tilápias do Nilo da linhagem Supreme.....	42

Figura 4 – Equação de regressão do peso do filé em função do peso corporal de tilápias do Nilo da linhagem <i>Supreme</i>	43
Figura 5 – Análise de trilha relacionando as variáveis de composição química com o peso do filé de tilápias do Nilo.....	44

RESUMO

Dois trabalhos foram realizados para comparar modelos de crescimento (Experimento 1) e determinar o desempenho e a deposição de nutrientes (Experimento 2) de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da linhagem *Supreme*, em gaiolas. Foram utilizados 9.000 peixes com peso vivo médio de $33,3 \pm 4,91$ g, distribuídos em seis gaiolas (12 m³ cada) no reservatório de Rosana, na Bacia do rio Paranapanema, município de Euclides da Cunha Paulista-SP. A cada 20 dias, foram coletadas amostras de peixes para determinar o peso corporal, o desempenho e a composição corporal, durante 100 dias. Os peixes foram alimentados com dieta comercial com 33,21% de proteína bruta e 3389 kcal de energia digestível/kg de dieta até 80 dias. Nos 20 dias finais, os peixes de três gaiolas foram utilizados para compor o Tratamento 1, alimentados com dieta com 35,25% de proteína bruta e 3516 kcal de energia digestível/kg de dieta e os demais peixes foram alimentados com dieta de 33,16% de proteína bruta e 3457 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada com L-lisina (0,28%) e L-treonina (0,24%) (tratamento 2). Foram testados os modelos lineares e não-lineares (Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Brody). No experimento 1, foram obtidos bons ajustes com os modelos, não-linear logístico e o linear quadrático com até 100 dias de criação. No entanto, com o modelo linear quadrático foi obtido melhor ajuste dos dados observados. No experimento 2, foi observado efeito linear crescente sobre as variáveis de ganho de peso diário, consumo de dieta e conversão alimentar em função do peso. Foi observado efeito quadrático sobre a taxa instantânea de crescimento, taxa de retenção de proteína e a retenção de nitrogênio em função do peso corporal. Pela análise de trilha relacionando o peso do filé às variáveis do peso corporal, cabeça e víscera e as medidas de altura, comprimento padrão e largura, o peso corporal foi a única variável determinante. A gordura foi o nutriente que mais

influenciou a composição química da carcaça e do filé. Os aminoácidos sintéticos lisina e treonina contribuem para o crescimento da tilápia do Nilo, de 30 a 600 g, criadas em gaiolas, possibilitando a redução de proteína bruta de 35,25% para 33,16% sem prejuízo sobre o desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo durante a fase de terminação.

Palavras-chave: aminoácidos, criação intensiva, deposição de nutriente, modelos de crescimento, peixe

ABSTRACT

Two works were undertaken out to compare growth models (Experiment 1) and to evaluate the performance and nutrient deposition (Experiment 2) Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Supreme* strain, in cages. Nine-thousand juveniles (33.3 ± 4.91 g) each were distributed in six cages (12 m^3 each) in Rosana's Reservoir, in the Basin of the Paranapanema's river, municipality of Euclides da Cunha Paulista-SP. Samples of fish were collected each 20 days to determined the body weight, the performance and the body composition, during 100 days. Fish were fed with commercial diet with 33.21% of crude protein and 3389 kcal of digestible energy/kg of diet for 80 days. After that, fish from three cages were used to make up the Treatment 1, fed with diet containing 35.25% of crude protein and 3516 kcal of digestible energy/kg of diet and the others fish were fed with diet containing 33.16% of crude protein and 3457 kcal of digestible energy/kg of diet, supplemented with L-lysine (0.28%) and L-threonine (0.24%) (Treatment 2). Linear and non-linear (Von Bertalanffy, Logistic, Gompertz e Brody) models were evaluated. Good fitting with models non-linear logistic and linear quadratic obtained at experiment 1. Therefore, the best fitting was obtained with the linear quadratic model. A linear increase on daily weight gain, feed intake and feed conversion ratio was observed. A quadratic effect on specific growth rate, protein efficiency ratio and nitrogen retention in time function was observed at treatment 2. According to the path analysis relating the fillet weight to the body weight, head weight, visceral weight and the measures of height, standard length and width, only the body the was decisive variable. Body fat is the nutrient that more influences the body and fillet compositions. The sintetics amino acids, lysine and threonine, contribuided to Nile tilapia growth, 30 to 600 g, reared in cages, allowing the reduction of crude protein

from 35.25% to 33.16% without prejudice on the performance and body composition of Nile tilapia during the termination.

Key Words: amino acids, fish, growth models, intensive culture, nutrient deposition

INTRODUÇÃO GERAL

1. Tilápia do Nilo

A tilápia do Nilo é um peixe de água doce pertencente à família dos ciclídeos. No Brasil, esta espécie foi introduzida no nordeste em 1971, originária da Costa do Marfim no Oeste africano, e a partir daí foi distribuída em todo território e sendo cada vez mais melhorada geneticamente. Atualmente, o Brasil é o maior produtor de tilápia do Nilo da América do Sul, seguido respectivamente, por Colômbia e Equador, os três países totalizaram em 2006 98,5% da produção desse Continente (El-Sayed, 2006).

A tilápia do Nilo tem grande importância na aquicultura por ser precoce e rústica, tolerando grande variação de temperatura, salinidade e baixo oxigênio dissolvido. Além disso, é resistente ao estresse, doenças, e possui habilidade de reproduzir em cativeiro com curto tempo de duração. De baixo nível trófico, aceita dieta durante a fase larval e possui carne com boas características organolépticas, ausência de espinhos em “Y” e apresenta versatilidade na culinária.

Por ser uma espécie onívora, utiliza eficientemente os carboidratos, o que possibilita utilização de fontes alternativas de proteína e de energia de origem vegetal (Tengjaroenkul et al., 2000) para elaborar dietas práticas de mínimo custo e elevado valor nutritivo (Pezzato et al., 2002).

Atualmente, utiliza-se a reversão sexual durante a fase larval para obtenção de população de machos, já que as fêmeas não apresentam o mesmo crescimento dos mesmos, por direcionar os nutrientes ingeridos para a reprodução. Em cativeiro, além de evitar a reprodução, a reversão sexual tem por objetivo evitar a introdução de espécies exóticas em reservatórios.

Por meio de seleção e cruzamentos, diversas linhagens têm sido desenvolvidas para permitir os melhores índices zootécnicos. Em 2002, foi introduzida uma nova linhagem de tilápia nilótica proveniente da GenoMar, a *Supreme* Tilapia, caracterizada por um grande ganho genético, desenvolvida a partir de um programa de dez anos financiados pela Nações Unidas, Banco Asiático de Desenvolvimento e Comunidade Européia (Cyrino, 2004).

2. Criação em gaiolas

O Brasil possui uma extensa área alagada apropriada à produção de peixes em gaiolas (Scorvo Filho, 2004). A criação intensiva em gaiolas é uma alternativa para produção em larga escala e alta produtividade, para maximizar a criação com o mínimo uso de água.

Gaiolas são estruturas construídas de material rígido, confeccionadas para conter os peixes no seu ambiente natural. O tamanho da malha é determinado de acordo com o tamanho do peixe, respeitando-se o espaço para a renovação de água (Coche, 1982). Em gaiolas, os peixes dependem exclusivamente de alimento artificial e do oxigênio proveniente da renovação da água. Geralmente, utiliza-se dieta extrusada, flutuante e que facilita visualização do consumo durante o manejo alimentar. Além de possuir melhor qualidade, com maior digestibilidade da energia e nutrientes e maior estabilidade no meio aquático, resultando em menor impacto ambiental.

A qualidade da água no ambiente natural é importante para permitir alta produtividade, obtida principalmente pela menor oscilação da temperatura e altas concentrações de oxigênio dissolvido, parâmetros fundamentais para a criação intensiva de peixes (El-Sayed, 2006). No entanto, existem grandes variações sazonais em diferentes regiões de um rio, sendo necessário respeitar a capacidade suporte do ambiente e utilizar dietas balanceadas.

A criação de peixes em gaiolas facilita o manejo dos peixes e o manejo alimentar, permite alta densidade de estocagem com bons índices zootécnicos e facilita o controle de predadores e competidores. No entanto, deve-se considerar o risco de roubo; perdas devido aos danos na gaiola causados por predadores ou tempestades; de surtos de doenças e dificuldade de seu controle; dificuldade de controle de parâmetros limnológicos; e perda de dieta através das malhas das gaiolas (El-sayed, 2006).

O custo de implantação deste sistema de criação, quando comparado ao do sistema de piscicultura em tanques escavados é menor (Christensen, citado por Bozano et al., 1999). Diante do grande potencial hídrico que o Brasil possui, a criação de peixes em gaiolas é uma atividade promissora que vem sendo implantada em diversas regiões do Brasil, principalmente na criação de tilápias.

3. Fisiologia do Crescimento

O crescimento é um parâmetro importante na criação de peixes, envolvendo acréscimo de nutrientes no corpo. A proporção desses nutrientes e seu custo de deposição são os principais fatores que determinam as exigências nutricionais (Bureau et al., 2000).

O crescimento dos peixes é influenciado por fatores bióticos e ambientais; os bióticos são: tamanho, comportamento e densidade (Baldisserotto, 2002). Em relação ao tamanho, os peixes de grande porte possuem maiores taxas metabólicas se for considerado o gasto total de energia do animal. Porém, se for considerada a taxa metabólica em função do peso, quanto menor o tamanho do peixe maior será sua taxa metabólica.

O comportamento também define o crescimento porque dentro de um grupo de peixes sempre existem peixes que crescem mais que outros. A heterogeneidade tende a acentuar-se e os peixes maiores tendem a tornarem-se socialmente dominantes ao longo do período de criação, garantindo para si o acesso às melhores condições.

O aumento da densidade de estocagem pode diminuir o crescimento dos peixes se todos não tiverem acesso à dieta ou se a qualidade da água não for adequada. Entretanto, a redução da densidade não significa necessariamente aumento do crescimento, pois algumas espécies parecem precisar de algum estímulo social para o consumo. Ainda, esses animais tendem a estabelecer territórios bem definidos e, muitas vezes, gastam muita energia na defesa destes. Portanto, em cada ambiente de criação tem-se o ponto ótimo de densidade de estocagem, dependente do tamanho do peixe, do sistema de criação e da espécie (Cavero et al., 2003).

Os fatores ambientais são determinantes para o sucesso da criação. Os peixes, para expressarem seu máximo crescimento, possuem zona de conforto para temperatura, salinidade, pH, dureza, turbidez e turbulência, resíduos nitrogenados, fotoperíodo e

intensidade de luz e disponibilidade de oxigênio (Lizama & Takemoto). O metabolismo dos peixes está estreitamente relacionado com a temperatura. Até certo limite, o consumo e o crescimento aumentam com o aumento da temperatura. No entanto, em altas temperaturas, os peixes ficam mais suscetíveis a doenças. A salinidade interfere no crescimento, pois os peixes gastam energia para osmorregulação, devido às diferentes concentrações osmóticas e iônicas entre o plasma do peixe e as do ambiente. O fotoperíodo e a intensidade de luz também afetam o crescimento dos peixes. O fotoperíodo aumenta a liberação de GH, TSH, tireotrofina e possivelmente esteróis, aumentando o crescimento (Baldisserotto, 2002).

A quantidade de oxigênio dissolvido na água é importante para permitir o adequado consumo. Quando diminui a quantidade de oxigênio dissolvido na água, a ingestão diminui, resultando em menor taxa de crescimento. A turbidez está relacionada com a quantidade de material insolúvel e em suspensão existente na água e que impede a passagem da luz. Pode ser composta de material inorgânico (argila) ou fitoplâncton, se for por esse último, pode aumentar o crescimento pela presença de alimento na água. Se for pela presença de argila, ocorre redução de plâncton disponível, pela diminuição de penetração da luz. Uma velocidade moderada de movimentação da água (turbulência), por renovação ou aeração, é indicada para manter a qualidade da água e um menor gasto de energia com a movimentação dos peixes (Baldisserotto, 2002).

4. Modelos de Crescimento

Os modelos de crescimento vêm se destacando como importante área na nutrição animal, tornando-se parte comum do manejo animal, possibilitados pelos avanços da informática (Ivey, 1999). Modelos de crescimento podem ser utilizados para o planejamento e a administração de produção por descrever quantitativamente as relações entre os nutrientes ingeridos e o desenvolvimento de tecidos em função do tempo ou em função das condições ambientais.

A adequada descrição do crescimento e da composição da carcaça possibilitam estimação das exigências de nutrientes e energia nas mais variadas condições (Rondon et al., 2002b). Modelos próprios podem permitir a interpolação de dados de crescimento para estimar peso no tempo entre intervalo de amostragem. Isso pode ser útil para a precisão de estimação de biomassa e quantidades de alimentos a serem fornecidos. Os

modelos de crescimento também podem ser usados para previsão (extrapolação) de peso a certo ponto no tempo passado do intervalo de amostragem. Na prática, pode ser útil para estimar o tempo necessário para alcançar o ganho de peso esperado.

Um único fenômeno biológico pode ser descrito de diversas formas. Assim, o crescimento pode ser minuciosamente descrito pela hipertrofia e hiperplasia de células de tecidos específicos ou ser caracterizado pelo ganho de peso médio de uma linhagem. Dessa forma, nota-se que diferentes modelos podem ter diferentes formas de abordar o mesmo objetivo e os resultados dependem do tipo e da forma de implementação dos mesmos (Rondon et al, 2002a).

Os modelos mais utilizados para relacionar e comparar os dados de peso e idade quanto ao ajuste são: modelos não-lineares de Brody (Brody, 1945), de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1957), o logístico (Nelder, 1961), e o de Gompertz (Laird, 1965) e lineares (Tabela 1).

Tabela 1 - Modelos utilizados para descrever o padrão de crescimento de tilápias do Nilo

MODELO	EQUAÇÃO
Brody	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt}) + \varepsilon$
Von Bertalanffy	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt})^3 + \varepsilon$
Logístico	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt})^{-M} + \varepsilon$
Gompertz	$Y_t = Ae^{-Be^{-(Kt)}} + \varepsilon$
Quadrático	$Y_t = B_0 + B_1t + B_2t^2 + \varepsilon$

Em que, Y representa o peso do peixe a uma determinada idade (t); A é o valor assintótico de Y_t (peso médio na maturidade); B é a constante de integração relacionada com os pesos iniciais (grau de maturidade do animal ao nascimento); K é a taxa de variação da função exponencial (velocidade com a que o animal aproxima do tamanho adulto); M é o parâmetro que dá forma a curva; e é o logaritmo em base natural; ε representa o erro aleatório associado a cada pesagem; B_0 é o intercepto do modelo; B_1 é o coeficiente de regressão linear associado ao tempo (t); e B_2 é o coeficiente de regressão quadrático associado ao t^2 .

A predição de crescimento é descrita por equações que buscam calcular o ganho de peso sob diferentes condições de produção. O ganho de peso é associado ao acréscimo de água, proteína, carboidratos, gorduras, minerais, entre outros (Barbi, 2006). A quantidade depositada desses componentes por unidade de ganho de peso não

é constante, mas muda conforme a espécie de peixe, tamanho, idade, composição da dieta, e o meio onde são criados. Assim, os modelos objetivam fornecer ferramentas para proporcionar condições para maximizar o desempenho dos animais com o menor custo, sendo necessário integrar as informações sobre os peixes para simular todas as possíveis condições (Rondon et al., 2002b).

5. Aminoácidos Sintéticos

A dieta influencia diretamente o crescimento dos peixes e é o principal item no custo de produção. Portanto, com o objetivo de reduzir o conteúdo de proteína, item que mais influencia o preço das dietas para peixes, os nutricionistas têm buscado utilizar fontes alternativas de proteína e/ou suplementação de aminoácidos na forma sintética (Silva et al., 2006).

A utilização de aminoácidos sintéticos deve ser empregada para obter dietas com adequadas proporções de aminoácidos para maximizar a utilização da proteína da dieta. A suplementação de aminoácidos envolve principalmente o fornecimento dos aminoácidos essenciais, lisina, metionina e treonina. A lisina é o primeiro aminoácido limitante para peixes e está presente em elevada proporção no tecido muscular dos mesmos, demonstrando importância na síntese de proteína muscular; além de melhorar consideravelmente a taxa de sobrevivência e crescimento. Sua exigência na dieta varia entre 5,0 a 6,8% da proteína da dieta (NRC, 1993; Furuya et al., 2006).

A metionina é um aminoácido sulfurado utilizado para balancear dietas quando utilizam fontes vegetais em sua composição, como o farelo de soja, ingrediente muito utilizado na formulação de dietas. É conhecido como doador de grupamento metil e sua deficiência pode acarretar em redução de crescimento (Cyrino, 2004; Furuya et al., 2001).

A treonina é considerada o terceiro aminoácido limitante para a maioria dos peixes, tem seu metabolismo envolvido na degradação e síntese protéica. A inclusão dietária de treonina influencia o crescimento e o peso dos filés de tilápia do Nilo (Silva et al., 2006).

Um adequado balanceamento de aminoácidos da dieta objetiva melhor eficiência na utilização da proteína e rendimento de carcaça, obtendo assim melhora no

desempenho, aumento na produtividade, redução no custo com alimentação, e menor excreção de nitrogênio no meio aquático (Furuya et al., 2005).

6. Literatura Citada

- CAVERO, B., A., S., PEREIRA-FILHO, M., ROUBACH, R., **Efeito da densidade de estocagem na homogeneidade do crescimento de juvenis de pirarucu em ambiente confinado**, Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n.1, p.103-107, 2003.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de Peixes Aplicadas à Piscicultura**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 212p.
- BARBI, J.H. T. in. Palestra apresentada no CLANA - São Paulo, 2006.
- BERTALANFFY, L. von. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, Chicago, v.32, p.217-230, 1957.
- BRODY, S. **Bionergetics and Growth**. Reinhold Publishing Corp., New York, p 1023, 1945.
- BOZANO, G. L. N., RODRIGUES, S. R. M., CASEIRO, A. C., et al., Desempenho da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* (L.) em gaiolas de pequeno volume, **Sci. agric.**, vol.56, n.4, 1999.
- BUREAU, D. P.; AZEVEDO, P. A.; TAPIA-SALAZAR, M. et al. Pattern and Cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potencial implications and applications. In : Cruz-Suárez, L E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, Met al. Avances en Nutrición Acuícola V. **Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola**. 119-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán, Mexico.
- COCHE, A.G. Cage Culture os Tilapias. In: PULLIN, R.S.V.; LOWE MSCONNEL, R.H. (Ed.). **Biology and Culture of Tilapias**. Philippines: Internacional center for Living Aquatic Resources Management, cap. 3, p. 205-246, 1982.
- CYRINO, J.E. P; URBINATTI, E. C; FRACALOSSO, D.M. et al **Tópicos Especiais em Piscicultura de Água Doce Tropical Intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. 533p.
- EL-SAYED, A. M. **Tilapia Culture**. London : Cabi. 2006. 277p.
- FURUYA, W. M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V. R. B. et al. **Exigências 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., BOTATO D., MACEDO, R. M. G., et al., **Aplicação do Conceito de Proteína Ideal para Redução dos Níveis de Proteína em Dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**, Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, 2005.
- FURUYA, W. M.; SANTOS, V. G.; SILVA, L. C. R. et al. **Exigências de lisina digestível para juvenis de tilápia-do-nilo**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 3, p. 937-942, 2006 (supl.).
- IVEY, F. J. Desenvolvimento e aplicação de modelos de crescimento para frangos de corte In: I SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV, Concórdia, 1999. Embrapa sobre Nutrição de Aves, 1999.

- LAIRD, A.K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Bar Harbor, v.29, p.249-263, 1965.
- LIZAMA M. A. P. & TAKEMOTO, R. M., Relação entre o padrão de crescimento em peixes e as diferentes categorias tróficas: uma hipótese a ser testada, **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 455-463, 2000.
- NELDER, J.A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, Washington, v.17, p.89-110, 1961.
- NRC **National Research Council - Nutritional Requirements of fishes**. Washington: Academic Press. 1993. 114p.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PEZZATO A.C. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.
- RONDÓN, E. O. O.; MURAKAMI, A. E.; SAKAGUTI, E. S. Modelagem Computacional para Produção e Pesquisa em Avicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 4, n. 1, p. 109-205, 2002a.
- RONDÓN, E. O. O. E WALDROUP, P. W. Models to Estimate Amino Acid Requirements for Broiler Chickens: A Review. **Internacional Journal of Poultry Science**. v. 1, n. 5, p.106-113, 2002b.
- SCORVO FILHO, J. D., O agronegócio da aquicultura: perspectivas e tendências. Texto apresentado no **Zootec 2004 – Zootecnia e o Agronegócio**, 2004.
- SILVA, L. C. R; FURUYA, W. M.; SANTOS, L. D. et al. Níveis de treonina em rações para tilápias-do-nilo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1258-1264, 2006.
- TENGJAROENKUL, B.; SMITH, B.J.; CACECI, T. 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.

OBJETIVOS GERAIS

Monitorar o crescimento de tilápias do Nilo criadas em gaiolas em condições à campo e acompanhar a deposição de nutrientes e o desempenho, reduzindo o conteúdo de proteína da dieta por meio da suplementação de aminoácidos sintéticos, na fase de terminação.

ARTIGO I

**Modelos de crescimento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*;
linhagem *Supreme*), alimentadas com dietas sem ou com
suplementação de lisina e treonina, em gaiolas**

Modelos de crescimento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*; linhagem *Supreme*), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em Gaiolas

RESUMO - Este trabalho teve o objetivo comparar modelos de crescimento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), criadas em gaiolas. Foram utilizados 9000 juvenis (peso médio de $33,3 \pm 4,91$ g), distribuídos em seis gaiolas (12 m³ cada) no reservatório de Rosana, na Bacia do rio Paranapanema, município de Euclides da Cunha Paulista-SP. A cada 20 dias, foram coletadas amostras de peixes para determinar o peso corporal, totalizando 100 dias. Os peixes foram alimentados com dieta comercial com 33,21% de proteína bruta e 3.389 kcal de energia digestível/kg de dieta até os 80 dias. Nos 20 dias finais, três gaiolas foram utilizadas para o tratamento 1, com dieta de 35,25% de proteína bruta e 3516 kcal de energia digestível/kg de dieta e as demais para o tratamento 2, com dieta de 33,16% de proteína bruta e 3457 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada com L-lisina e L-treonina. Os peixes foram alimentados manualmente, três vezes por dia. Foram testados os modelos lineares e não-lineares (Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e Brody) para peixes de 30 até 600 g de peso corporal. A suplementação de lisina e treonina em dieta com 33,21% de proteína bruta proporcionou crescimento equivalente ao de peixes alimentados com dieta contendo 35.25% de proteína bruta. O melhor ajuste dos dados foi observado com o modelo linear quadrático.

Palavras-chave: criação intensiva, modelos de crescimento, peixe

Growth models of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, *Supreme Strain*), fed diets without or supplemented with lysine and threonine, in cages

ABSTRACT - This work was undertaken out to compare growth models to Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), *Supreme* strain, reared in cages. Nine-thousand juveniles (33.3 ± 4.91 g each) were distributed in six cages (12 m³ each) in Rosana's Reservoir, in the Basin of the Paranapanema's river, municipality of Euclides da Cunha Paulista-SP. Samples of fish were collected each 20 days to determined the body weight, during 100 days. Fish were fed with commercial diet with 33.21% of crude protein and 3389 kcal of digestible energy/kg of diet for 80 days. After that, fish from three cages were fed with diet containing 35.25% of crude protein and 3516 kcal of digestible energy/kg of diet. Fish from three cages were fed with diet containing 33.16% of crude protein and 3457 kcal of digestible energy/kg of diet, supplemented with L-lysine and L-treonine. Fish were hand-fed three times a day. Linear and non-linear (Von Bertalanffy, Logistic, Gompertz e Brody) models were evaluated for fish from 30 to 600 g of body weight. Dietary lysine and threonine supplementation of 33.16% of crude protein diet can support fish growth as fish fed 35.25% crude protein diet. The comparison obtained from fitting each model to the observed data revealed that linear quadratic model is the best among models tested.

Key-words: fish, growth models, intensive culture

Introdução

A tilápia do Nilo é uma das espécies mais promissoras para a piscicultura, pelo rápido crescimento e rusticidade. Sua carne, bastante versátil na culinária, possui boas características sensoriais e seu filé não apresenta de espinhas em “Y”.

O Brasil possui grande potencial hídrico para a produção de tilápias em tanques-rede e gaiolas, que são formas intensivas de criação, cada vez mais exploradas devido ao fácil manejo e rápido retorno do investimento (Mainardes-Pinto et al, 2007).

Para produção de carne, os criadores estão cada vez mais conscientes da importância da avaliação do crescimento dos animais para melhor analisar e gerenciar a rentabilidade da piscicultura. O crescimento é uma função primordial, pois apresenta relação direta com a quantidade e a qualidade da carne, sendo que uma das formas de se avaliá-lo é por meio de curvas de crescimento.

O aumento da massa corporal de um animal ocorre em uma seqüência temporal, proporcionando fases com velocidades de crescimento diferentes (Gottschall, 1999). Do ponto de vista econômico, o estudo do crescimento em cada fase é de interesse de pesquisadores e produtores, para determinação das exigências nutricionais e do manejo geral dos animais.

Com o estudo de taxas de crescimento por meio de estimativas de pesos obtidas do ajuste de modelos não-lineares, pode-se avaliar a eficiência do crescimento dos peixes em fases específicas, dentro da amplitude de idade utilizada nos ajustes, nas quais os dados de pesos não foram coletados. Dessa maneira, obtêm-se informações importantes que podem ser utilizadas para determinar as exigências nutricionais nessas fases e para se determinar práticas de manejo adequadas em uma piscicultura, principalmente em criações intensivas, que dependem exclusivamente de dietas completas, em que o custo com a alimentação é elevado.

Os modelos não-lineares mais utilizados, que relacionam e comparam os ajustes, são Brody (Brody, 1945), de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1957), o logístico (Nelder, 1961), e o de Gompertz (Laird, 1965).

A proteína é um nutriente importante em dietas para peixes, pois se encontra presente em elevada proporção na composição corporal dos peixes. Além disso, em relação aos animais terrestres, os peixes possuem elevadas exigências em proteína na dieta, um nutriente que eleva os custos das dietas. As dietas comerciais utilizadas para a

criação de tilápias em tanques-rede durante a fase juvenil até o abate possuem de 28 a 32% de proteína bruta, sendo que alguns produtores têm utilizado dietas com 35% de proteína bruta para reduzir o tempo de criação, sendo poucas as informações disponíveis em literatura sobre a utilização de dietas com 35% de proteína bruta sobre o crescimento. Portanto, são necessárias pesquisas para reduzir o seu conteúdo por meio da suplementação de aminoácidos sintéticos.

Este trabalho teve por objetivo comparar modelos de crescimento de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação, criadas em gaiolas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na propriedade São João, localizada no município de Euclides da Cunha Paulista - SP, durante o período de janeiro a maio de 2007, totalizando 100 dias.

As gaiolas foram dispostas no Reservatório de Rosana, na Bacia do baixo rio Paranapanema, um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Paraná e situado na divisa dos estados de São Paulo e Paraná (22°34'07"S e 52°33'34"O). A barragem foi fechada no ano de 1986, possuindo uma área inundada de 27.600 ha e área de drenagem de 99.000 km² (CESP, 1998). A profundidade aproximada do local é de seis metros e as características limnológicas médias são: pH de 7,7; condutividade de 59,05 µS/cm; alcalinidade de 342,5 mEq.L; turbidez de 5,2 NTU (Rodrigues et al., 2005).

Foram adquiridos 10.000 alevinos de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme* (0,56 g ± 0,19 g) da Piscicultura Aquabel, Rolândia – PR, que foram distribuídos em um tanque-rede, construído em tela de polietileno (2 x 2 x 1,5 m de profundidade) com malha de 5 mm e volume de 6 m³, mantidos dentro de um tanque-rede construído em alambrado de aço inox com malha de ¾ pol. (19 mm) com 2,5 x 2,5 x 1,75 m de profundidade e volume útil unitário de 9,4 m³.

Após 50 dias, 9000 peixes com peso vivo médio inicial de 33,3 ± 4,91 g foram distribuídos em seis gaiolas octogonais construídas em tela moeda em aço inox com malha de 24 mm, área total de 14 m³ (altura de 2,0 m e faces de 1,2 m) e área útil de 12 m³. As gaiolas foram dispostas aleatoriamente entre as da propriedade.

A cada coleta, foram tomadas as medidas de temperatura, pH e oxigênio dissolvido (mg/L) da água da represa, a uma profundidade média de 1 m de cada

tanque. Os dados foram obtidos por meio de "kit" digital portátil. A temperatura variou entre 22 a 30°C, o oxigênio dissolvido entre 5 a 7 mg/L e o pH entre 6 a 7,5.

Ao início e a cada 20 dias, os peixes foram abatidos e pesados em balança digital portátil (0,01 g). No início, aos 20, 40 e 60 e 80 dias de experimento, foram utilizados oito peixes de cada gaiola para determinação do peso. Aos 80 e 100 dias, foram pesados 28 peixes de cada gaiola, para a obtenção das curvas de crescimento avaliadas.

Durante 80 dias, foi utilizada dieta comercial extrusada com 5 mm de diâmetro e com 33,21% de proteína bruta; 29,83% de proteína digestível e 3435 kcal de energia digestível/kg de dieta, para os peixes de todas as gaiolas. Após, os peixes foram distribuídos em dois tratamentos. No tratamento 1, foi utilizada dieta com 35,25% de proteína bruta; 31,93% de proteína digestível e 3516 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada somente com o aminoácido DL-metionina, sendo fornecida para peixes de três gaiolas. No tratamento 2, foi utilizada dieta com 33,16% de proteína bruta; 29,73% de proteína digestível e 3457 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada com L-lisina e L-treonina, fornecida para os peixe das gaiolas restantes (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Composição percentual das dietas

Ingrediente	Proteína bruta (%)		
	33 ¹	35 ²	33 ³
Milho integral moído	5,370	4,316	4,870
Farelo de soja	15,700	15,700	15,700
Farelo de trigo	16,750	16,750	16,750
Sorgo	19,988	19,988	19,988
Farinha de carne	11,950	6,450	11,950
Farinha de peixe	7,500	7,500	7,500
Farinha vísceras	16,450	27,450	16,450
Feijão	4,500	0,000	4,500
Inositol	0,012	0,012	0,012
DL-metionina	0,254	0,254	0,254
L-lisina	0,000	0,000	0,250
L-treonina	0,000	0,000	0,250
Cloreto de colina	0,255	0,255	0,255
Vitamina C	0,715	0,715	0,715
Suplemento vitamínico e mineral ⁴	0,110	0,110	0,110
Sal	0,500	0,500	0,500
Total	100	100	100
Custo (R\$/kg) ⁵	0,607	0,621	0,626

¹Dieta fornecida durante 1-80 dias.

²Dieta fornecida durante 81-100 dias.

³Dieta fornecida durante 81-100 dias, com a suplementação de lisina e treonina.

⁴Suplemento mineral e vitamínico (Roche): composição por kg: Vit. A = 20.000,000 UI; vit. D3 = 6.400,000 UI; vit. E = 160.000,000 UI; vit. K3 = 15.000,000 mg; vit. B1 = 15.000,000 mg; vit. B2 = 20.000,000 mg; vit. B6 = 16.000,000 mg; vit. B12 = 14.000,000 mg; ác. fólico = 3.000 mg; ac. pantotênico = 11.000,000 mg; biotina = 100.000,000 mg; colina = 142,000 mg; niacina = 200.000,000 mg; Fe = 48 mg; Cu = 24 mg; Mn = 36 mg; I = 6 mg; e Se = 0,48 mg;

⁵Valores atualizados em 10/01/2008.

Tabela 2- Composição química e de aminoácidos das dietas

Ingrediente	Proteína bruta (%)		
	331	352	333
Matéria seca (%) ⁴	92,21	92,02	93,21
Energia digestível (kcal/kg) ⁵	3389,27	3516,29	3457,53
Proteína bruta (%) ⁴	33,21	35,25	33,16
Proteína digestível (%) ⁴	29,83	31,93	29,73
Extrato etéreo (%) ⁴	4,64	5,37	4,66
Fibra bruta (%) ⁴	3,34	2,51	2,69
Cinzas (%) ⁴	9,41	9,43	10,01
Cálcio (%) ⁴	1,72	1,77	2,14
Fósforo total (%) ⁴	2,15	1,79	2,12
Fósforo disponível (%) ⁴	0,61	0,38	0,37
Aminoácido total ⁶ /Aminoácido digestível (%) ⁷			
Lisina	1,53/1,43	1,82/1,73	1,95/1,87
Metionina	0,65/0,61	0,80/0,75	0,77/0,73
Metionina + cistina	1,12/1,01	1,45/1,33	1,25/1,15
Treonina	1,10/0,98	1,46/1,33	1,45/1,34
Alanina	1,85/1,67	2,13/1,94	1,92/1,75
Arginina	2,06/1,94	2,29/2,18	2,07/1,97
Ácido aspártico	2,68/2,47	3,15/2,95	2,88/2,70
Ácido glutâmico	4,16/3,89	5,18/4,92	4,72/4,50
Glicina	2,53/2,32	2,73/2,50	2,50/2,28
Histidina	0,62/0,58	0,80/0,75	0,70/0,66
Isoleucina	1,14/1,04	1,41/1,36	1,24/1,16
Leucina	2,22/2,04	2,71/2,52	2,41/2,26
Fenilalanina	1,44/1,31	1,61/1,51	1,43/1,32
Serina	1,54/1,42	1,95/1,82	1,60/1,49
Tirosina	0,87/0,79	1,18/1,10	1,04/0,97
Valina	1,46/1,31	1,76/1,61	1,49/1,36

¹Dieta fornecida durante 1-80 dias.

²Dieta fornecida durante 81-100 dias

³Dieta fornecida durante 81-100 dias, com a suplementação de lisina e treonina.

⁴Valores determinados no Laboratório de Análises de alimentos /DZO-UEM – Maringá – PR.

⁵Valores estimados segundo Pezzato et al. (2002).

⁶Valores determinados pela Ajinomoto Biolatina, São Paulo, Brasil.

⁷Valores obtidos no presente estudo por meio de ensaio de digestibilidade.

O arraçoamento foi manual, distribuído em três refeições diárias, às 7:00, 13:00 e 18:00, utilizando barco e motor como transporte, na proporção de 3% da biomassa estimada nas pesagens.

Uma vez que os tratamentos sem e com suplementação de aminoácidos não diferiram, os dados foram agrupados e foram feitas análises das variáveis de peso em função do tempo.

Os dados de peso e idade foram relacionados e comparados quanto ao ajuste dos modelos não-lineares de Brody (Brody, 1945), de Von Bertalanffy (Bertalanffy, 1957), o logístico (Nelder, 1961), e o de Gompertz (Laird, 1965) e lineares (Tabela 3).

Tabela 3 - Modelos utilizados para descrever o padrão de crescimento de tilápias do Nilo

MODELO	EQUAÇÃO
Brody	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt}) + \varepsilon$
Von Bertalanffy	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt})^3 + \varepsilon$
Logístico	$Y_t = A(1 - Be^{-Kt})^{-M} + \varepsilon$
Gompertz	$Y_t = Ae^{-Be^{-(Kt)}} + \varepsilon$
Quadrático	$Y_t = B_0 + B_1t + B_2t^2 + \varepsilon$

Em que, Y representa o peso do peixe a uma determinada idade (t); A é o valor assintótico de Y_t (peso médio na maturidade); B é a constante de integração relacionada com os pesos iniciais (grau de maturidade do animal ao nascimento); K é a taxa de variação da função exponencial (velocidade com a que o animal aproxima do tamanho adulto); M é o parâmetro que dá forma a curva; e é o logaritmo em base natural; ε representa o erro aleatório associado a cada pesagem; B_0 é o intercepto do modelo; B_1 é o coeficiente de regressão linear associado ao tempo (t); e B_2 é o coeficiente de regressão quadrático associado ao t^2 .

Os modelos não-lineares foram ajustados pelo método de Gauss-Newton, descrito por Hartley (1961), sendo utilizado a função REGREGN do Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG - Euclides, 1983). Para os modelos lineares foi utilizada a função REGREMD1 do mesmo programa.

A seleção do melhor modelo foi realizada com base de indicadores simples, sendo considerados o número de iterações, o quadrado médio do resíduo e o coeficiente de determinação.

Resultados e Discussões

Foram coletados dados do crescimento de animais em condições práticas de criação com tilápias de $33,3 \pm 4,91$ g a $610,13 \pm 38,53$ g de peso. A partir das médias do peso corporal de todos os peixes, durante 100 dias, foram obtidas as curvas médias de crescimento em função da idade.

O crescimento dos peixes alimentados com dieta com 35,25% de proteína bruta não diferiu dos peixes alimentados com dieta com 33,16% de proteína bruta e suplementada com L-lisina e L-treonina.

Aplicando-se o modelo de Brody, não foi possível o ajuste dos dados por superestimar o peso final dos peixes (A), não atingindo a assíntota. Ainda, utilizando-se o modelo de Von Bertalanffy também não foi possível o ajuste dos dados.

Os valores médios dos parâmetros da curva de crescimento estimados aos dados de peso-idade dos animais para os modelos de Gompertz e o Logístico encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios dos parâmetros da curva de crescimento para os dois modelos não-lineares estudados

Modelo	Parâmetro	Curva Média
Gompertz	A	1518,865
	B	3,7556
	K	0,1378
Logístico	A	845,405
	B	17,4811
	K	0,0369

Com o modelo de Gompertz, o peso final estimado (A) foi superestimado, enquanto que a estimativa do peso inicial (B) ficou subestimada, e por isso, a velocidade de crescimento do animal ao atingir o peso assintótico (K) foi alta, pois esse parâmetro é dependente do peso inicial, e quanto maior o valor de K , mais rapidamente o animal vai atingir seu peso adulto (Figura 1). O alto valor de K representa animais de maturidade precoce em comparação com indivíduos de valores mais baixos de K e de peso inicial semelhante (Tabela 4). Como observado na Figura 1, pelo modelo proposto, é possível a obtenção de peixes com mais de 1 kg com apenas 20 dias de criação, fato não observado em condições práticas de criação da tilápia do Nilo.

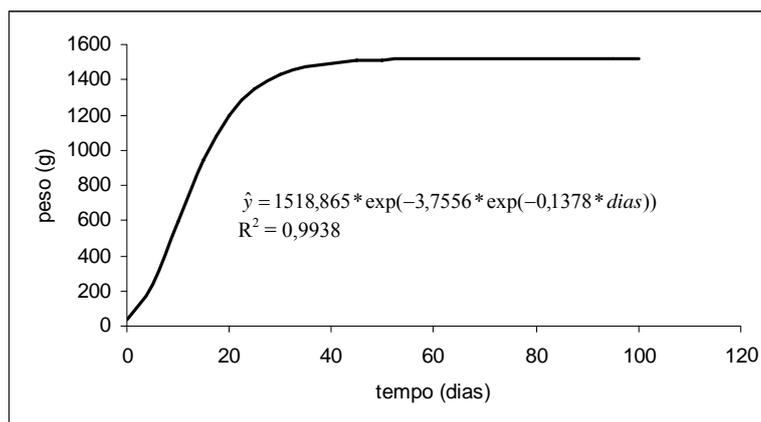


Figura 1 – Representação gráfica dos dados de peso em função do tempo pelo modelo de Gompertz

Com o modelo Logístico, o peso inicial estimado dos peixes (B) foi maior comparado ao modelo de Gompertz, e por isso a velocidade de crescimento no sentido de atingir o peso assintótico (K) foi menor e o valor estimado do peso adulto (A) foi também menor, representando melhor as condições observadas em condições práticas (Tabela 4). Porém, sabe-se que na prática, de 150 a 300 dias, o ganho de peso dos peixes é superior ao estimado pelo modelo logístico, ou seja, aos 300 dias as tilápias geralmente apresentam mais de 845 g (Figura 2).

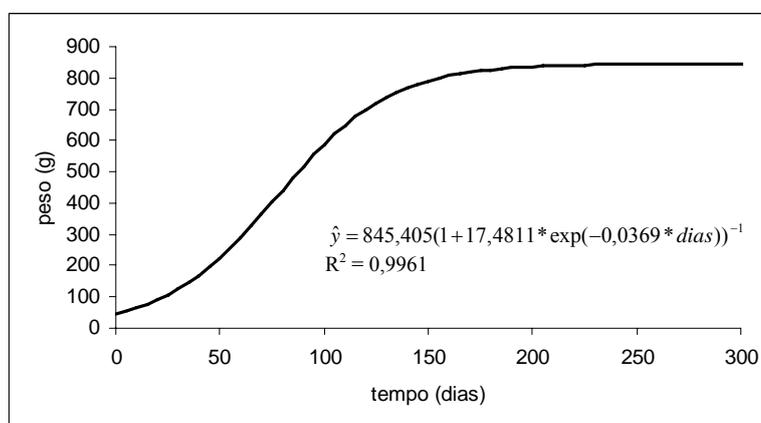


Figura 2 - Representação gráfica dos dados de peso em função do tempo pelo modelo Logístico

Após a análise de regressão linear, observou-se que, entre os modelos lineares, a regressão polinomial quadrática foi a que melhor se ajustou ao conjunto de dados de peso em função do tempo (Figura 3). A equação linear não apresenta nenhuma interpretação biológica para seus parâmetros, portanto não é influenciada pelo fato dos peixes não terem atingido a maturidade. Ao contrário, é previsto um crescimento

indefinido e com taxa constante, não sendo comum o seu uso para descrever o crescimento em peso de peixes. No entanto, a aplicação deste modelo é favorecida quando o tempo de criação é curto, pois as variações ambientais são menores e a capacidade de suporte não é atingida, como geralmente é observado em condições práticas de criação de tilápias (Frossard, 1998).

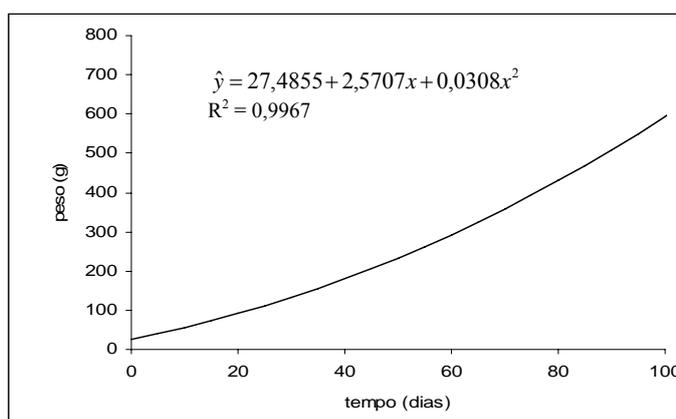


Figura 3 – Representação gráfica dos dados de peso em função do tempo pelo modelo Quadrático

Na Tabela 5, encontram-se os critérios utilizados para comparação dos modelos matemáticos avaliados. Rodrigues et al. (2007) analisaram o crescimento de rãs touro (*Rana catesbeiana*) na fase de recria e utilizaram os mesmos critérios para a escolha do modelo de melhor ajuste dos dados.

Tabela 5 - Critérios de comparação de curvas de crescimento

Critério	Gompertz	Logístico	Quadrático
Nº de iterações	68	13	-
Quadrado médio do erro	167,168	242,46685	142,066
Coefficiente de determinação	0,9938	0,9961	0,9967

Entre os modelos não-lineares estudados, os pesos preditos pelo modelo Logístico foram os que melhor se ajustaram aos pesos observados, como também obtiveram McManus et al. (2003), em que o peso adulto estimado foi também inferior aos das outras curvas testadas (Brody, Richards e Logístico) para ovinos Bergamácia, na região de Brasília. Porém, no presente estudo, o melhor ajuste dos dados foi obtido com o modelo linear quadrático, que além de resultar em menor quadrado médio do erro e

maior coeficiente de determinação, o mesmo não considera o peso dos animais a maturidade.

Em condições práticas, a evolução do peso corporal de tilápias criadas em gaiolas, depende de fatores relacionados ao animal, ao manejo e aos fatores ambientais. No entanto, o conhecimento de modelos que expressem a curva de crescimento possibilita determinar estratégias de produção e comercialização, possibilitando o planejamento e a administração de um sistema de criação. Assim, a interpolação de dados de crescimento pode ser útil para estimar a biomassa e a quantidade de dieta a ser fornecida diariamente, bem como para estimar o tempo necessário para o abate e comercialização dos peixes.

Conclusões

São obtidos bons ajustes com o modelo não-linear logístico e o modelo linear quadrático até 100 dias de criação. Sob o ponto de vista prático, o modelo linear quadrático é mais indicado para descrever o crescimento de tilápias, apresentando o melhor ajuste aos dados observados.

Literatura Citada

- BERTALANFFY, L. von. Quantitative laws in metabolism and growth. **Quarterly Review of Biology**, Chicago, v.32, p.217-230, 1957.
- BRODY, S. **Bionergetics and Growth**. Reinhold Publishing Corp., New York, p 1023, 1945.
- CESP. **Conservação e Manejo nos reservatórios: Limnologia, Ictiologia e Pesca**. São Paulo: Série Divulgação e Informação 220, 1998, 166p.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de análises estatísticas e genética)**. Viçosa UFV. 1983, 59p.
- FROSSARD, H. O uso de equações matemáticas para descrever o crescimento em peso de peixes cultivados. **Anais do Aqüicultura Brasil'98**. Volume 2. Recife, 2 a 6 de novembro de 1998, p. 715-725. 804p.
- GOTTSCHALL, C. S. **Impacto nutricional na produção de carne e curva de crescimento**. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. Produção de bovinos de corte. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p. 169-192.
- HARTLEY, H.O. The modified Gauss-Newton method for the fitting of non-linear regression functions by least squares. **Thechnometrics**, Alexandria, v.3, p.269-280, 1961.
- LAIRD, A.K. Dynamics of relative growth. **Growth**, Bar Harbor, v.29, p.249-263, 1965.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P.; VERANI J. R. et al.. Desempenho Produtivo da Tilápia Tailandesa, *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 33, n.1, p. 53 - 62, 2007.
- MCMANUS, C; EVANGELISTA, C; FERNANDES, L. A. C.; MIRANDA, R. M.; et al. Curvas de Crescimento de Ovinos Bergamácia Criados no Distrito Federal, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1207-1212, 2003.
- NELDER, J.A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, Washington, v.17, p.89-110, 1961.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PEZZATO A.C. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.
- RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A.; et al. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais** – São Carlos RiMa, 2005, 333p.
- RODRIGUES, M. L., LIMA, S. L., MOURA, O. M., et al. Curvas de Crescimento em rã-touro na fase de recria. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 214, 2007.

Artigo II

Desempenho de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, em gaiolas

Desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*; linhagem *Supreme*), alimentadas com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, na terminação, em gaiolas

RESUMO - Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho e a composição corporal de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem *Supreme*, em gaiolas. Foram utilizados 9.000 peixes com peso vivo médio de $33,3 \pm 4,91$ g, distribuídos em seis gaiolas (12 m³ cada) no reservatório de Rosana, na Bacia do rio Paranapanema, município de Euclides da Cunha Paulista-SP. A cada 20 dias, foram coletadas amostras de peixes para determinar o desempenho e a composição corporal, durante 100 dias. Os peixes foram alimentados manualmente, três vezes ao dia, com dieta extrusada com 33,21% de proteína bruta e 3.389 kcal de energia digestível/kg de dieta até 80 dias. Após, os peixes de três gaiolas foram alimentados com dieta com 35,25% de proteína bruta e 3.516 kcal de energia digestível/kg de dieta sem suplementação de lisina e treonina, constituindo a dieta controle (Tratamento 1), sendo os demais peixes alimentados com dieta com 33,16% de proteína bruta e 3457 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada com L-lisina e L-treonina de forma a se obter o valor dos aminoácidos da dieta controle (Tratamento 2). Não foram observadas diferenças no desempenho e composição química corporal dos peixes alimentados com dietas contendo 35,25% e 33,16% de proteína bruta. Foi observado efeito linear crescente das variáveis de ganho de peso diário, consumo e conversão alimentar em função do peso corporal médio. Foi observado aumento linear sobre as variáveis de proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo corporal, e efeito linear decrescente sobre a umidade corporal em função do peso corporal. A taxa de retenção de proteína e a retenção de nitrogênio apresentaram efeito quadrático em função do peso. Na análise de trilha relacionando o peso do filé às variáveis do peso corporal, peso da cabeça e peso das vísceras e as medidas de altura, comprimento padrão e largura, o peso corporal foi a única variável determinante. A gordura corporal foi o nutriente que mais influenciou a composição química da carcaça e do filé. É possível reduzir o valor de proteína da dieta sem prejuízo sobre o desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo, por meio da suplementação de lisina e treonina na fase final de terminação.

Palavras-chave: criação intensiva, deposição de nutrientes, peixes

**Performance and body composition of Nile tilapia
(*Oreochromis niloticus*-*Supreme* Strain), fed diets without or
supplemented with lysine and threonine, in cages**

ABSTRACT - This work was undertaken out to evaluate the performance and body composition of Nile tilapia (*Supreme* strain), in cages. Nine-thousand fish with initial average weight of 33.3 ± 4.91 g were distributed in six cages (12 m³ each) in Rosana's Reservoir, in the Basin of the Paranapanema's River, municipality of Euclides da Cunha Paulista-SP. Fish samples were collected each 20 days to determine the performance and nutrient deposition, during 100 days. Fish were hand-fed three times a day with commercial diet with 33.21% of crude protein and 3389 kcal of digestible energy/kg of diet for 80 days. After that, fish from three cages were fed with diet with 35.25% of crude protein and 3516 kcal of digestible energy/kg without lysine and threonine supplementation, as control diet (Treatment 1). Fish from three cages were fed with diet containing 33.16% of crude protein and 3457 kcal of digestible energy/kg of diet, supplemented with L-lysine and L-threonine to reach the amino acids contents from the control diet (Treatment 2). No differences on performance and body composition of fish fed with diets with 35.25% or 33.16% of crude protein were observed. A linear increase on daily weight gain, feed intake and feed conversion ratio in function of body weight was observed. A linear increase on crude protein, gross energy and fatty body and linear decrease on humidity in function of body weight was observed. A quadratic effect in specific growth rate, protein retention rate and nitrogen retention in function of body weight was observed. Path analysis relating the fillet weight to the body weight, head weight, visceral weight and the measures of height, standard length and width, only the body weight was the decisive variable. Body fat is the nutrient that more influences the body and fillet composition. It's possible to reduce the amount of protein in the diet without prejudice on the performance and body composition of Nile tilapia, through supplementation of lysine and threonine in the final stages of finishing.

Key-words: fish, intensive culture, nutrient deposition

Introdução

A aquicultura é a atividade agropecuária que mais tem crescido em todo o mundo nos últimos anos. No Brasil, destaca-se a produção intensiva de tilápias em gaiolas e tanques-rede, sendo o maior produtor dessa espécie da América do Sul e o 9º produtor mundial (El-Sayed, 2006).

O Brasil, com seus grandes reservatórios, cuja área alagada é superior a 5 milhões de hectares, é o país que apresenta o maior potencial para a produção de peixes de água doce em gaiolas (Mainardes-Pinto et al., 2007). Essa tecnologia demanda o menor investimento em relação à possibilidade de alta produtividade (Castagnolli, 2000).

A tilápia do Nilo é uma das espécies mais promissoras na piscicultura. Além da versatilidade na culinária, possui carne com boas características organolépticas e filés sem ossos em “Y”. Destaca-se pelo rápido crescimento em criação intensiva, sendo a espécie mais utilizada para criação em gaiolas no Brasil.

O crescimento do peixe é associado principalmente ao acréscimo de água, proteína, gorduras e minerais na carcaça. A quantidade depositada desses componentes por unidade de ganho de peso varia conforme a espécie de peixe, tamanho, idade, composição da dieta e meio onde são criados (Bureau et al., 2000). Em virtude do melhoramento genético de tilápias, com conseqüente aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar, há necessidade de reavaliar os programas nutricionais de forma a determinar manejos alimentares próprios para atender as exigências dos peixes em crescimento, assim, o estudo do crescimento, da composição corporal e das taxas de deposição dos tecidos corporais torna-se importante para a compreensão do fenômeno biológico de deposição de nutrientes e os efeitos desses nutrientes sobre a composição química dos peixes, possibilitando a elaboração de programas nutricionais mais adequados.

Em relação aos animais terrestres, os peixes possuem elevadas exigências de proteína, um nutriente que aumenta o custo das dietas. No Brasil, as dietas comerciais de tilápias criadas em tanques-rede durante a fase juvenil até o abate possuem em torno de 32% de proteína bruta. Para aumentar o rendimento de filé e reduzir o período de criação, tem sido preconizado o aumento do conteúdo de proteína da dieta para 35%. Uma alternativa ao aumento do teor de proteína é por meio da suplementação de aminoácidos sintéticos, principalmente de lisina e treonina, que estão diretamente

relacionados com o aumento no ganho em peso e rendimento de carcaça, melhorando a conversão alimentar e o retorno econômico.

Pelo elevado custo dos aminoácidos, sua suplementação somente nos últimos 20 dias que antecede o abate, que representa cerca de 25% do ganho em peso dos peixes, pode reduzir o custo com a alimentação, pois é o período em que ocorre elevado consumo e a pior conversão alimentar. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e a composição corporal de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*, alimentada com dietas sem ou com suplementação de lisina e treonina, na terminação, em gaiolas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na propriedade São João, localizada no município de Euclides da Cunha Paulista - SP, durante o período de janeiro a maio de 2007, totalizando 100 dias.

Foram utilizadas seis gaiolas de 12 m³ cada, dispostas no Reservatório de Rosana, na Bacia do baixo rio Paranapanema, um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Paraná e situado na divisa dos estados de São Paulo e Paraná (22°34'07"S e 52°33'34"W). A barragem foi fechada no ano de 1986, possuindo área inundada de 27.600 ha e área de drenagem de 99.000 km² (CESP, 1998). A profundidade aproximada do local é de seis metros e as características limnológicas médias são: pH de 7,7; condutividade de 59,05 µS/cm; alcalinidade de 342,5 mEq.L; turbidez de 5,2 NTU (Rodrigues et al., 2005).

Foram adquiridos 10.000 alevinos de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme* (0,56 g ± 0,19 g) da Piscicultura Aquabel, Rolândia – PR, que foram distribuídos em um tanque-rede, construído em tela de polietileno (2 x 2 x 1,5 m de profundidade) com malha de 5 mm e volume de 6 m³, mantidos dentro de um tanque-rede construído em alambrado de aço inox com malha de ¾ pol. (19 mm) com 2,5 x 2,5 x 1,75 m de profundidade e volume útil unitário de 9,4 m³.

Após 50 dias, 9.000 peixes com peso vivo médio inicial de 33,3 ± 4,91 g foram distribuídos em seis gaiolas octogonais construídas em tela moeda em aço inox com malha de 24 mm, área total de 14 m³ (altura de 2,0 m e faces de 1,2 m) e área útil de 12 m³. As gaiolas experimentais foram dispostas aleatoriamente entre as da propriedade.

A cada coleta, foram tomadas as medidas de temperatura, pH e oxigênio dissolvido (mg/L) da represa. Os dados foram obtidos por meio de "kit" digital portátil. A temperatura variou entre 24 a 32°C, o oxigênio dissolvido entre 5 a 7 mg/L e o pH entre 6 a 7,5.

Ao início e a cada 20 dias, os peixes foram abatidos, pesados em balança digital portátil (0,01 g), mensurados (comprimento padrão e total, altura e largura) por meio de paquímetro digital (0,01 mm), moídos e secos em estufa forçada de ventilação forçada à 55°C durante 72 horas, para análise química da carcaça.

Oito peixes de cada gaiola ao início, aos 20, 40 e 60 dias de experimento foram coletados para determinação do peso, das medidas comprimento total, altura e largura e composição corporal. Aos 80 e 100 dias, 28 peixes de cada gaiola com o peso médio foram pesados em balança digital (0,01 g), sendo 14 utilizados para determinação das medidas de peso, comprimento padrão, altura e largura e para e determinação da composição corporal e 14 peixes utilizados para determinação do rendimento de filé. Aos 100 dias, dos 14 peixes utilizados para determinação do rendimento de filé, foram retirados e pesados (0,0001 g) a cabeça, as vísceras as nadadeiras e os filés. Após término do experimento, os demais peixes de cada unidade experimental foram pesados e abatidos para determinação dos dados de crescimento, conversão alimentar e rendimento de filé de cada unidade experimental.

A retenção de nitrogênio foi obtida pelas expressões descritas por Jauncey & Ross (1982):

$$ERN = \frac{N_F \cdot P_F - N_I \cdot P_I}{N_C \cdot CDAN} \cdot 100$$

Em que:

ERN = eficiência de retenção de nitrogênio (%);

N_F = nitrogênio da carcaça final (%);

P_F = peso final (g);

N_I = nitrogênio da carcaça inicial (%);

P_I = peso inicial(g);

N_C = nitrogênio (g) consumido;

CDAN= coeficiente de digestibilidade aparente do nitrogênio.

Durante 80 dias, foi utilizada dieta comercial extrusada com cinco milímetros de diâmetro e com 33,21% de proteína bruta; 29,83% de proteína digestível e 3.435 kcal de energia digestível/kg de dieta para os peixes de todas as gaiolas. Após, os peixes foram distribuídos em dois tratamentos. No tratamento 1, foi utilizada dieta com 8 mm e com 35,25% de proteína bruta; 31,93% de proteína digestível e 3516 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada somente com DL-metionina (0,225%), oferecida aos peixes de três gaiolas. No tratamento 2, foi utilizada dieta com 33,16% de proteína bruta; 29,73% de proteína digestível e 3457 kcal de energia digestível/kg de dieta, suplementada com L-lisina e L-treonina (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1- Composição percentual das dietas

Ingrediente	Proteína bruta (%)		
	33 ¹	35 ²	33 ³
Milho integral moído	5,370	4,316	4,870
Farelo de soja	15,700	15,700	15,700
Farelo de trigo	16,750	16,750	16,750
Sorgo	19,988	19,988	19,988
Farinha de carne	11,950	6,450	11,950
Farinha de peixe	7,500	7,500	7,500
Farinha vísceras	16,450	27,450	16,450
Feijão	4,500	0,000	4,500
Inositol	0,012	0,012	0,012
DL-metionina	0,254	0,254	0,254
L-lisina	0,000	0,000	0,250
L-treonina	0,000	0,000	0,250
Cloreto de colina	0,255	0,255	0,255
Vitamina C	0,715	0,715	0,715
Suplemento vitamínico e mineral ⁴	0,110	0,110	0,110
Sal	0,500	0,500	0,500
Total	100	100	100
Custo (R\$/kg) ⁵	0,607	0,621	0,626

¹Dieta fornecida durante 1-80 dias.

²Dieta fornecida durante 81-100 dias.

³Dieta fornecida durante 81-100 dias, com a suplementação de lisina e treonina.

⁴Suplemento mineral e vitamínico (Roche): composição por kg: Vit. A = 20.000,000KUI; vit. D3 = 6.400,000 UI; vit. E = 160.000,000 UI; vit. K3 = 15.000,000 mg; vit. B1 = 15.000,000 mg; vit. B2 = 20.000,000 mg; vit. B6 = 16.000,000 mg; vit. B12 = 14.000,000 mg; ác. fólico = 3.000 mg; ac. pantotênico = 11.000,000 mg; biotina = 100.000,000 mg; colina = 142,000 mg; niacina = 200.000,000 mg; Fe = 48 mg; Cu = 24 mg; Mn = 36 mg; I = 6 mg; e Se = 0,48 mg;

⁵Valores atualizados em 10/01/2008.

Tabela 2- Composição química e de aminoácidos das dietas

Ingrediente	Proteína bruta (%)		
	331	352	333
Matéria seca (%) ⁴	92,21	92,02	93,21
Energia digestível (kcal/kg) ⁵	3389,27	3516,29	3457,53
Proteína bruta (%) ⁴	33,21	35,25	33,16
Proteína digestível (%) ⁴	29,83	31,93	29,73
Extrato etéreo (%) ⁴	4,64	5,37	4,66
Fibra bruta (%) ⁴	3,34	2,51	2,69
Cinzas (%) ⁴	9,41	9,43	10,01
Cálcio (%) ⁴	1,72	1,77	2,14
Fósforo total (%) ⁴	2,15	1,79	2,12
Fósforo disponível (%) ⁴	0,61	0,38	0,37
Aminoácido total ⁶ /Aminoácido digestível (%) ⁷			
Lisina	1,53/1,43	1,82/1,73	1,95/1,87
Metionina	0,65/0,61	0,80/0,75	0,77/0,73
Metionina + cistina	1,12/1,01	1,45/1,33	1,25/1,15
Treonina	1,10/0,98	1,46/1,33	1,45/1,34
Alanina	1,85/1,67	2,13/1,94	1,92/1,75
Arginina	2,06/1,94	2,29/2,18	2,07/1,97
Ácido aspártico	2,68/2,47	3,15/2,95	2,88/2,70
Ácido glutâmico	4,16/3,89	5,18/4,92	4,72/4,50
Glicina	2,53/2,32	2,73/2,50	2,50/2,28
Histidina	0,62/0,58	0,80/0,75	0,70/0,66
Isoleucina	1,14/1,04	1,41/1,36	1,24/1,16
Leucina	2,22/2,04	2,71/2,52	2,41/2,26
Fenilalanina	1,44/1,31	1,61/1,51	1,43/1,32
Serina	1,54/1,42	1,95/1,82	1,60/1,49
Tirosina	0,87/0,79	1,18/1,10	1,04/0,97
Valina	1,46/1,31	1,76/1,61	1,49/1,36

¹Dieta fornecida durante 1-80 dias.

²Dieta fornecida durante 81-100 dias

³Dieta fornecida durante 81-100 dias, com a suplementação de lisina e treonina.

⁴Valores determinados no Laboratório de Análises de alimentos /DZO-UEM – Maringá – PR.

⁵Valores estimados segundo Pezzato et al. (2002).

⁶Valores determinados pela Ajinomoto Biolatina, São Paulo, Brasil.

⁷Valores obtidos no presente estudo por meio de ensaio de digestibilidade.

O arraçoamento foi manual, distribuído em três refeições diárias, às 7:00, 13:00 e 18:00, utilizando barco e motor como transporte, na proporção de 3% da biomassa estimada nas pesagens. A quantidade de dieta fornecida foi quantificada para determinar o consumo de dieta e a conversão alimentar.

Os peixes inteiros (sem escama) e os filés coletados para determinação de composição química foram moídos em moinho de carne elétrico, homogeneizados e coletada uma amostra de 500 g, que foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 96 horas. Após secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo “bola” para posteriores análises.

As escamas foram moídas em moinho criogênico (-195 °C) e armazenadas em freezer a -18 °C. A moagem foi realizada no Centro de Isótopos Estáveis Ambientais do Instituto de Biociências – IB, Botucatu, UNESP, Botucatu-SP. As fezes foram coletadas e secas por 72 horas em estufa de ventilação forçada a 55 °C e depois também foram moídas em moinho tipo “bola”.

Foram determinadas matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, e energia bruta das dietas, carcaças e escamas e filés. Além disso, foram determinadas as análises de fibra, cálcio e fósforo das dietas, no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, seguindo-se metodologia citada por Silva & Queiroz (2002). As análises de aminoácidos foram feitas no laboratório da Ajinomoto Biolatina, utilizando cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC).

Uma vez que os tratamentos sem e com suplementação de aminoácidos não diferiram, os dados foram agrupados e foram feitas análises das variáveis em função do peso corporal médio. Foram determinados os efeitos diretos e indiretos (efeito direto x correlação) dos parâmetros morfológicos (comprimento padrão, largura, altura) e peso do peixe inteiro, peso da cabeça e peso das vísceras em relação ao peso do filé aos 100 dias de experimento, dos componentes químicos da carcaça dos peixes (umidade, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral) em relação ao peso do peixe inteiro ao longo dos 100 dias e dos mesmos componentes químicos do filé aos 80 e 100 dias em relação ao peso do filé. Foi feito o desdobramento pela análise de trilha possibilitando a análise de correlação entre as variáveis independentes de um modelo de regressão múltipla e medindo os efeitos diretos e indiretos de cada uma destas variáveis independentemente sobre a variável dependente. As estimativas foram obtidas por meio de equações de regressão, em que as variáveis foram previamente padronizadas. A

padronização foi feita dividindo-se o desvio de cada observação em relação à média, pelo desvio padrão da amostra. O efeito indireto de uma variável independente sobre a variável dependente é obtido através da multiplicação do seu efeito direto pela correlação entre as variáveis independentes do modelo.

Para a interpretação dos resultados, foram consideradas quatro possibilidades: uma determinada variável independente (x) pode apresentar alto efeito direto e estar correlacionada significativamente com a variável dependente (y), indicando ser determinante da variação em y ; a variável independente pode apresentar efeito direto elevado, mas pouca correlação com y , indicando que em uma análise conjunta com as demais variáveis independentes poderá resultar em grandes benefícios para efeito de estimativas, mas não deve ser utilizada isoladamente; a variável x pode apresentar correlação elevada com y , mas efeito direto reduzido, indicando que seus efeitos ocorrem, principalmente, indiretamente através de outras variáveis do modelo, e seu uso é de pouca utilidade nas determinações dos efeitos das variáveis independentes sobre y ; a variável independente pode apresentar baixos valores, tanto do efeito direto como para correlação com y , indicando ser de pouca utilidade para as estimativas (Ribeiro, 1999).

Foi feita análise de regressão polinomial pelo Sistema de Análise Estatística e Genética, SAEG (Euclides, 1983) dos dados de desempenho (ganho de peso, ganho de peso diário, consumo de dieta, conversão alimentar, taxa de eficiência protéica, eficiência de retenção de nitrogênio e de energia) em função do tempo; dos componentes químicos da carcaça em função do peso do peixe inteiro; e do peso do filé em função do peso do peixe inteiro.

Resultados e Discussão

Os peixes alimentados com dieta com 35,25% de proteína bruta não diferiram ($P < 0,05$) quanto às variáveis de desempenho e composição química corporal em relação aos peixes alimentados com dieta com 33,16% de proteína bruta, suplementada com L-lisina e L-treonina.

Os resultados obtidos comprovam que os peixes alimentados com dietas com a suplementação de aminoácidos sintéticos apresentam bom desempenho, pois peixes alimentados com dietas com um adequado balanceamento de aminoácidos da dieta apresentam melhor eficiência na utilização da proteína e rendimento de carcaça, obtendo assim melhora no desempenho, aumento na produtividade, redução no custo

com alimentação, e menor excreção de nitrogênio no meio aquático (Furuya et al., 2005).

Os aminoácidos sintéticos têm sido utilizados para suplementação em dietas isentas de proteína de origem animal (Furuya et al., 2004a) para atendimento das exigências dos aminoácidos limitantes, determinar exigências de lisina (Furuya et al., 2004b; Furuya et al., 2006), metionina (Furuya et al., 2004c) e treonina (Silva et al., 2006) e também para reduzir o conteúdo de proteína da dieta, como demonstrado por Furuya et al. (2005) e Botaro et al. (2007). No Brasil, com a determinação dos coeficientes de digestibilidade da proteína e aminoácidos de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo por Furuya et al. (2001), Pezzato et al. (2002) e Guimarães et al. (2008), têm permitido a elaboração de dietas práticas com adequada suplementação de aminoácidos.

Pela análise de regressão, foi observado efeito linear ($P < 0,01$) do peso corporal médio em cada fase de criação sobre as variáveis de ganho de peso diário, consumo, consumo relativo, conversão alimentar e retenção de nitrogênio (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios ganho de peso diário (GPD), consumo (CR), consumo relativo (CRE), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência protéica (TEP) e retenção de nitrogênio (RN) de tilápias do Nilo, em função do peso corporal

Variável	Fase (g)					CV
	33,3-90,6	90,6-182,2	182,2-310,9	310,9-423,5	423,5-722,7	
	Peso corporal médio (g)					
	61,95	136,4	246,55	367,21	573,09	
GPD (g)	2,88	4,32	6,69	5,62	8,78	16,80
CR (g/dia)	2,64	4,93	8,57	7,51	12,06	9,67
CRE (% PV)	4,26	3,63	3,47	2,06	2,05	15,44
CA	0,92	1,07	1,33	1,34	1,61	10,23
RN (%)	53,32	46,89	44,39	40,36	38,77	15,03
Análise estatística						
Variável	Equação				R ²	p
GPD	y = 3,2763 + 1,2140x				0,77	0,0160
CR	y = 2,5030 + 0,0167x				0,89	0,0084
CRE	y = 4,3496 – 0,0045x				0,85	0,0027
CA	y = 0,9014 + 0,0013x				0,93	0,0000
RN	y = 51,0879 – 0,026x				0,72	0,0139

CV = coeficiente de variação

Foi observado aumento linear ($P < 0,01$) sobre o ganho de peso diário e consumo absoluto. No entanto, ocorreu redução linear ($P < 0,01$) sobre o consumo relativo a medida em que aumentou o peso corporal dos peixes. Da mesma forma, ocorreu piora

na conversão alimentar ($P < 0,01$) e na retenção de nitrogênio (Figura 1), principalmente em peixes de 423,5 a 722,7 g, o que resultou em maior custo de produção em termos de kg dieta/kg de ganho em peso (CA x custo do kg de dieta), na fase final de criação, em relação aos custos obtidos nas fases anteriores.

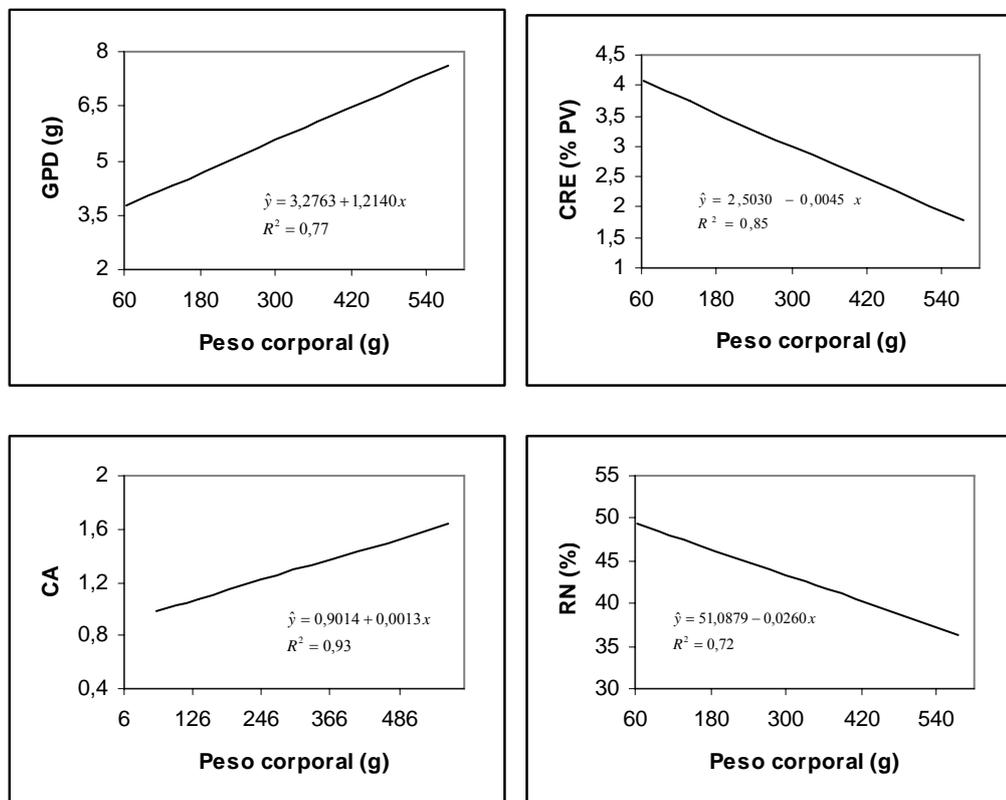


Figura 1 – Análise de regressão das variáveis de ganho de peso diário (GPD), consumo relativo (CRE), conversão alimentar (CA) e retenção de nitrogênio (RN), em função do peso corporal de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

A taxa de arraaçamento foi diminuída na fase de terminação, pois a taxa metabólica dos peixes está estreitamente relacionada com a temperatura da água. Em peixes tropicais, caso da tilápia do Nilo, temperaturas entre 25 a 30 °C acarretam em maior consumo e, conseqüente, aumento no ganho de peso diário. Porém, em condições de altas temperaturas da água (> 30 °C) os peixes podem sofrer uma piora na conversão alimentar, devido à alta ingestão acarretar em aumento da taxa metabólica, ocasionado direcionamento de energia para os processos digestivos ao invés da sua utilização para o sistema imunológico e reação de estresse aumentando a susceptibilidade dos peixes à doenças oportunistas, como as infecções causadas por *Streptococcus spp.* Atualmente, essa bactéria é a principal causa de morte em criações de tilápias, cuja ocorrência está

estritamente relacionada com a elevação temperatura da água, acima de 30 °C (El-Sayed, 2006).

A comparação do ganho de peso diário é dificultada pelas influências de fatores relacionados ao animal (linhagem, peso, idade, sexo, etc), aos parâmetros de qualidade da água (temperatura, oxigênio dissolvido, pH, alcalinidade, etc), ao manejo (densidade, manejo alimentar, composição da dieta, etc). Garduno-Lugo et al. (2003), avaliaram dieta com 33,12% de proteína bruta e obtiveram ganho de peso de 177,5 g e ganho de peso diário de 2,5 g/peixe para a tilápia do Nilo da linhagem *Stirling*, criada em tanques de recirculação, com peso inicial de 139,3 g, durante 98 dias de criação. No presente estudo, em 100 dias de criação, o ganho de peso para tilápias do Nilo da linhagem *Supreme* foi superior a 689 g, resultando em ganho de peso diário médio de 6,89 g/peixe, superior ao valor obtido por Mainardes-Pinto et al. (2007), de 3,8 g, para tilápia do Nilo da linhagem tailandesa de 48,6 a 504 g de peso corporal criada em tanques-rede, durante 120 dias.

A piora da conversão alimentar e a redução na retenção de nitrogênio em função do aumento do peso/idade corporal também ocorrem nos demais animais domésticos. No entanto, podem variar em função do conteúdo de proteína da dieta (Furuya et al., 1996) e densidade de criação e qualidade da água (Silva et al., 2002). Destaca-se o elevado valor de retenção de nitrogênio em relação ao valor obtido por Ng & Hunam (2007), que realizaram trabalho com tilápias do Nilo (12,8 a 65,58 g) da linhagem *GIFT* alimentadas com dietas contendo 30,5% de proteína bruta, durante 70 dias. O valor de retenção de nitrogênio pelos peixes (35,7%), foi próximo ao encontrado no presente estudo (38,77%), mas em peixes adultos, de 423,5-722,7 g. Assim, parece necessário que os experimentos considerem a taxa de crescimento dos peixes obtida em condições práticas em estudos de nutrição. Da mesma forma, Furuya et al. (1996) determinaram valor de 30,39% de proteína bruta, para juvenis de tilápia do Nilo da linhagem da *Bouakê*, durante a fase juvenil, linhagem amplamente utilizada nas décadas de 80 e até meados da década de 90 no Brasil.

Foi observado aumento linear ($P < 0,05$) sobre os teores de umidade, proteína bruta, energia bruta e gordura na carcaça, enquanto o conteúdo de umidade reduziu linearmente (Tabela 4) com o aumento no peso dos peixes.

A redução no conteúdo de água corporal pode ser atribuída, principalmente, ao aumento no conteúdo de lipídios na medida em que se aumentou o peso corporal, como também observado para os demais animais domésticos. Por outro lado, foram

observadas menores variações sobre os teores de proteína e de cinzas na medida em que se aumenta o peso corporal dos peixes. O aumento no conteúdo de energia bruta corporal pode ser atribuído, ao aumento de lipídeos na carcaça dos peixes. Poucos são os trabalhos sobre a variação da composição corporal da tilápia do Nilo em função do peso corporal. A composição corporal dos peixes é bastante variável entre espécies, de acordo com o hábito alimentar e, dentro da espécie, é influenciada pela quantidade e composição da dieta consumida.

Tabela 4 - Valores médios da composição química da carcaça de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme* em função do peso corporal

Variável	Peso corporal (g)						CV
	33,3	90,6	182,2	310,9	423,5	722,7	
UM ¹	70,99	69,10	69,03	67,21	66,77	64,49	1,29
PB ¹	14,24	14,42	14,96	15,63	15,89	16,28	3,94
EB ¹	1558,00	1713,35	1748,12	1875,22	1962,78	2142,54	2,48
EE ¹	8,85	10,58	11,30	12,02	12,61	13,28	1,29
MM	3,96	4,11	3,74	3,63	3,53	3,49	8,35

¹ Efeito linear ($P < 0,05$): umidade ($\hat{UM} = 70,7937 - 0,01025P$, $R^2 = 84,7\%$); proteína bruta ($\hat{PB} = 14,0177 + 0,004313P$, $R^2 = 61,55\%$); energia bruta ($\hat{EB} = 1600,52 + 0,7928P$, $R^2 = 96,00\%$), extrato etéreo ($\hat{EE} = 9,34257 + 0,007534P$, $R^2 = 85,22\%$).

Na Tabela 5 e Figura 2, encontram-se as estimativas dos efeitos diretos e indiretos da composição química da carcaça em umidade, proteína bruta e extrato etéreo sobre o peso da carcaça aplicando-se a análise de trilha.

Tabela 5 - Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis, umidade, proteína bruta e extrato etéreo da carcaça de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme* sobre o peso dessa carcaça

Variável	Efeito direto	Efeito indireto	Efeito total
Umidade (%)	-0,2794	-0,6409	-0,9203
Proteína bruta (%)	0,1675	0,6170	0,7845
Extrato etéreo (%)	0,5432	0,3800	0,9232

Observou-se pela composição química do peixe inteiro em relação ao seu peso, o maior efeito direto do extrato etéreo, com altas correlações com as demais variáveis analisadas, portanto, o mesmo é determinante na variação no peso da carcaça, sendo que é observado pequeno efeito positivo da proteína, e efeito negativo da umidade; ambos com correlações elevadas, assim, seus efeitos podem ser representados pelo extrato etéreo. A matéria mineral não foi incluída nas análises por manter-se praticamente constante ao longo do tempo.

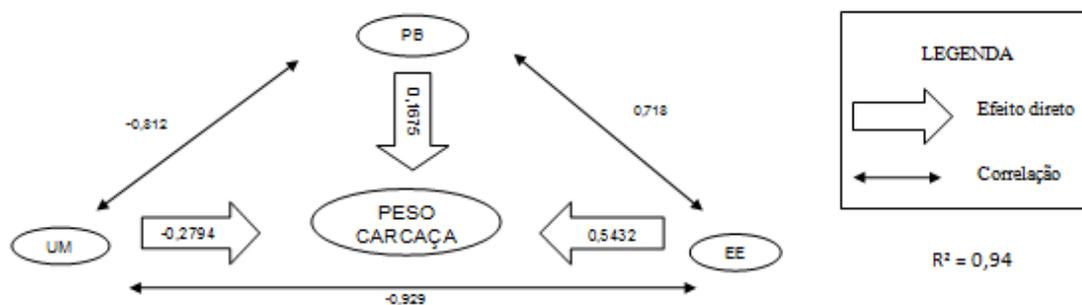


Figura 2 – Análise de trilha relacionando o peso do filé as variáveis de composição química em umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), do filé de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

Pela análise de trilha também foi determinado os efeitos do peso, do comprimento padrão, da largura, da altura, do peso das vísceras e da cabeça sobre o peso ao final de filé nos peixes ao final do experimento (Tabela 6 e Figura 3).

Tabela 6 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos das variáveis, peso corporal, comprimento padrão, largura, altura, víscera e cabeça sobre o peso do filé de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

Variável	Efeito direto	Efeito indireto	Efeito total
Peso corporal (g)	1,1845	-0,2620	0,9225
Comprimento padrão (cm)	-0,0561	0,7726	0,7165
Largura (cm)	-0,0148	0,6474	0,6326
Altura (cm)	-0,0674	0,7394	0,672
Víscera (g)	-0,0878	0,652	0,5642
Cabeça (g)	-0,0945	0,6933	0,5988

O peso foi a única variável que apresentou efeito positivo sobre o peso do filé, e este efeito foi relativamente alto. Dos efeitos negativos, o peso da cabeça foi o que teve maior influência sobre o peso do filé, seguido pelo peso das vísceras. Essas medidas influenciam negativamente o peso do filé, pois quanto maiores, maiores são as perdas durante a filetagem.

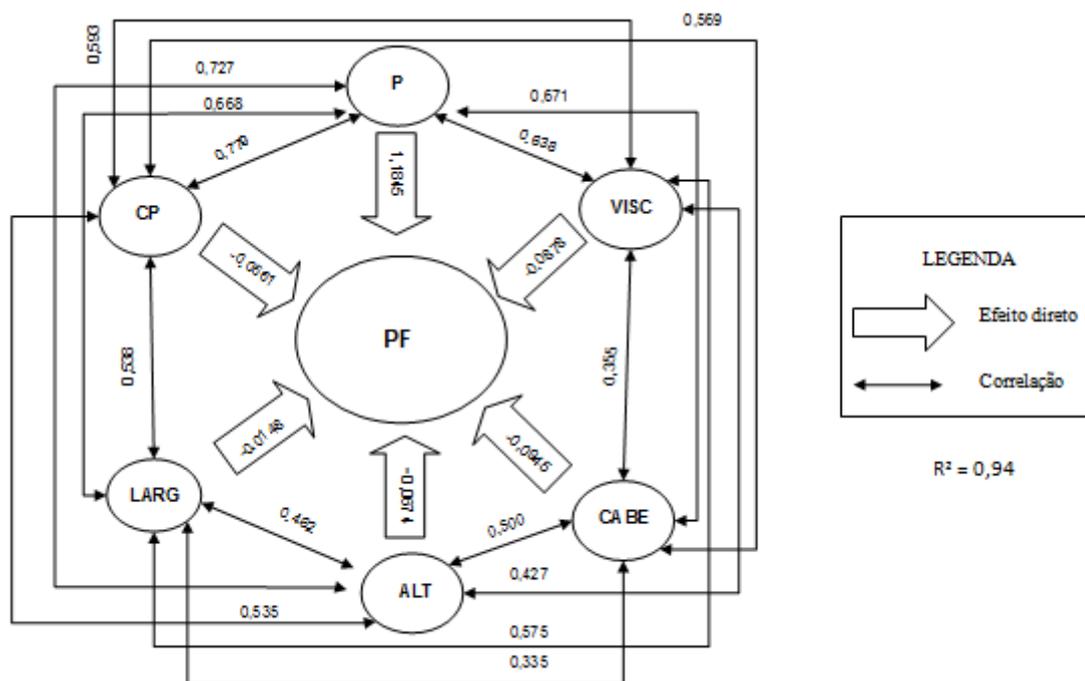


Figura 3 – Análise de trilha relacionando o peso do filé (PF) ao peso corporal (P), comprimento padrão (CP), largura (LARG), altura (ALT), víscera (VISC) e cabeça (CABE) sobre o peso do filé (PF) de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

Os rendimentos de filé encontrados neste estudo para peixes de 426,47 g (80 dias) e 711,7 g (100 dias), foram de 35,2 % e 37,8%, respectivamente, superiores aos encontrados por Garduno-Lugo et al. (2003), para peixes com 384,4 g, de 32%. Os resultados de rendimento de filé aproximam-se do obtido para a tilápia do Nilo (357,8 g) por Souza et al. (2002), de 34,54%, para a tilápia do Nilo submetida ao mesmo método de retirada dos filés. O maior rendimento de filé observado em peixes com peso vivo próximo de 600 g, em relação ao descrito por Souza et al. (2002) provavelmente está relacionado com o peso corporal dos peixes, pois quanto maior o peso corporal maior é o rendimento de filé, pela facilidade de retirada do mesmo pelo operador.

O peso corporal foi determinante na variação do peso do filé, com efeito direto elevado e as maiores correlações com as demais variáveis do modelo, que apresentaram pequena influência na estimativa do peso. Assim, foi aplicada a análise de regressão do peso do corporal dos peixes com peso corpora variando de 500 a 1200 g (n=232), de amostras obtidas em relação ao peso do filé, em que foi obtido efeito linear crescente ($P < 0,01$) (Figura 4).

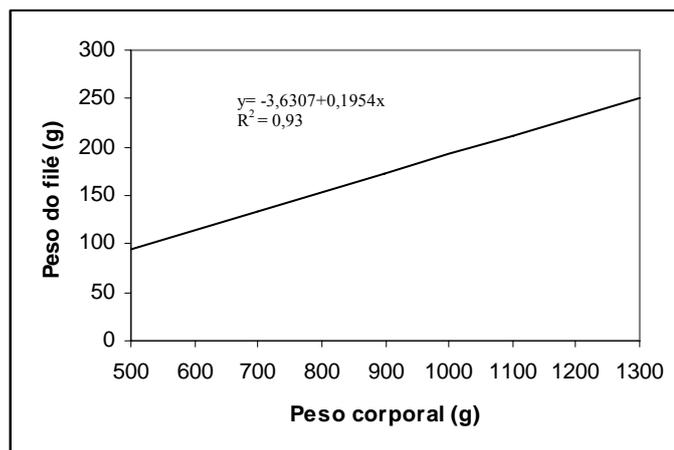


Figura 4 – Equação de regressão do peso do filé em função do peso corporal de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

A possibilidade da estimativa do peso de abate para determinação do peso do filé é importante para sua comercialização. Nos Estados Unidos, a comercialização dos filés é realizada em função do peso e classificada em duas categorias; I = 141 g a 198 g e II; 198 a 255 g (Castillo Campo, 2001). Assim, aplicando-se a equação acima, tilápias da linhagem *Supreme* devem ser abatidas com pesos entre 740 e 1032 g e 1032 a 1324 g, respectivamente, para produção de filés que atendam as categorias I e II.

Além do peso e do rendimento do filé é importante conhecer a sua composição química, relacionada com o peso corporal dos peixes (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios de peso, rendimento e composição química do filé de tilápias do Nilo com peso corporal médio de 423,47 g e 722,70 g

Variável	Peso corporal (g)	
	423,47	722,70
Peso do filé (g)	73,97	112,48
Rendimento de filé (%)	35,20	37,80
Umidade (%)	75,88	74,86
Proteína bruta (%)	19,02	19,79
Extrato etéreo (%)	3,43	4,16
Matéria mineral (%)	1,22	1,18

Os dados obtidos de composição química do filé de tilápia aproximam-se dos citados por Clements & Lovell (1994), de filés comercializados nos Estados Unidos, com 75%; 20%; 6% e 2% de umidade, proteína, lipídios e cinzas, respectivamente. Valores próximos aos obtidos no presente estudo também foram observados por

Leonhardt et al (2006), Marengoni et al.(2006) e Santos et al.(2007) em trabalhos realizados com tilápias do Nilo criadas no Brasil.

Pela análise de trilha, também foram determinados os efeitos diretos e indiretos da composição química do filé com relação ao seu peso (Tabela 8).

Tabela 8 - Estimativas dos efeitos diretos e indiretos das variáveis, umidade (UM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) sobre ao peso do filé de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

Variável	Efeito direto	Efeito indireto	Efeito total
Umidade (%)	-0,1032	-0,7499	-0,8531
Proteína bruta (%)	0,5497	0,3178	0,8675
Extrato etéreo (%)	0,4325	0,4197	0,8522

Pela análise de trilha com relação à composição química do filé e seu peso (Figura 5), foi observado efeito negativo da umidade, porém correlações elevadas, ou seja, seus efeitos podem ser expressos pelas outras variáveis do modelo. A proteína apresentou o maior efeito direto positivo, sendo seguida pelo extrato etéreo; além disso, possuem elevadas correlações, sendo então consideradas determinantes na variação do peso do filé. A matéria mineral não foi incluída nas análises por manter-se praticamente constante.



Figura 5 – Análise de trilha relacionando as variáveis de composição química com o peso do filé de tilápias do Nilo da linhagem *Supreme*

Apesar de a tilápia ser a espécie mais utilizada em criação intensiva em gaiolas e tanques-rede no Brasil, poucas são as informações sobre o desempenho produtivo e a evolução da composição corporal em cada período de criação e/ou categoria de peso, bem como as inter-relações entre as mesmas.

Em virtude dos avanços no melhoramento genético e na formulação de dietas para tilápias, há necessidade de determinar as exigências nutricionais e os manejos alimentares próprios em cada fase de criação. Além disso, a compreensão do fenômeno de deposição de nutrientes e os efeitos desses nutrientes sobre a composição química dos peixes, possibilitam a elaboração de programas nutricionais para obtenção de produtos adequados ao mercado consumidor. Ainda, a interpolação de dados de crescimento pode ser útil para estimar a biomassa e a quantidade de dieta a ser fornecida diariamente, bem como para estimar o tempo necessário para o abate e comercialização dos peixes.

Conclusões

O aumento do peso corporal é seguido do maior consumo absoluto e maior ganho de peso, mas proporcionalmente ao peso, o crescimento e o consumo diminuem com a evolução do peso, assim como piora a conversão alimentar e diminui a retenção de nitrogênio.

O lipídio é o nutriente que mais aumenta na composição corporal em função do peso corporal, sendo determinante no peso e na composição química da carcaça. A proteína e os lipídios são os nutrientes que mais influenciam o peso dos filés, mas na sua composição química os lipídios são os nutrientes que mais se alteram em função do peso do filé.

É possível a redução de proteína bruta de 35,25% para 33,16% sem prejuízo sobre o desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo, por meio da suplementação de lisina e treonina na fase final de terminação.

Literatura Citada

- BOTARO, D.; FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R. et al. Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.517-525, 2007.
- BUREAU, D. P.; AZEVEDO, P. A.; TAPIA-SALAZAR, M. et al. Pattern and Cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potencial implications and applications. In : SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA. 5, 2000, Mérida. **Memorias...** Yucatán, México, 2000.
- CASTAGNOLLI N. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável** / Editor Wagner Cotroni Valenti. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. 399p.
- CASTILLO CAMPO, L.F. Situación del comercio de tilapia em el año 2000. **Panorama Acuicola**, v.6, n.3, p.24-27, 2001.
- CESP. Conservação e Manejo nos reservatórios: Limnologia, Ictiologia e Pesca. São Paulo: Série Divulgação e Informação 220, 1998, 166p.
- CLEMENTS, S.; LOVELL, R. T., Comparasion of processing yields and nutrient composition of culture Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v. 119, p. 299-310, 1994.
- EL-SAYED, A. M. **Tilapia Culture**. London : Cabi. 2006. 277p.
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG (Sistema de análises estatísticas e genética)**. Viçosa UFV. 1983, 59p.
- FURUYA, W. M. ; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. et al.. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, 2005.
- FURUYA, W. M. ; BOTARO, D.; SILVA, L.C.R. Exigência de lisina pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na terminação. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1571-1577, 2004b.
- FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; SILVA, L.C, R. da. et al. Exigência de lisina digestível para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 937-942, 2006.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para macho revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista UNIMAR**, v. 18, n. 2,p. 307-319, 1996.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. et al. Use of ideal protein concept for precision formulation of amino acids level in diets with and without dicalcium phosphate for juvenile Nile tilapia. **Aquaculture Research**, v. 35, p. 110-1116, 2004a.
- FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para

- tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n.4, p. 1143-1149, 2001.
- FURUYA, W.M.; SILVA, L.C.R.; NEVES, P. et al. Exigência de metionina+cistina digestível pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase juvenil. *Ciência Rural*, v. 34, n. 6, p. 1933-1937, 2004c.
- GARDUNO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I., OLVERA-NOVOA, et al. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) *Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia Stirling red *O. niloticus*) males. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 1023-1028, 2003.
- GUIMARÃES, I.G.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Aquaculture Nutrition*, 2008. (no prelo).
- JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feed and feeding**. Scotland: University of Stirling, 1982. 111p.
- LEONHARDT, J. H.; FILHO, M. C.; FROSSARD, H. et al. Características morfológicas, rendimento e composição do filé de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagem tailandesa, local e do cruzamento de ambas. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 27, n. 1, p. 125-132, 2006
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; PAIVA, P.; VERANI J. R. et al. Desempenho Produtivo da Tilápia Tailandesa, *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes quantidades de tanques-rede instalados em viveiros povoados com a mesma espécie. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 33, n.1, p. 53 - 62, 2007.
- MARENGONI, N. G.; SANTOS, R. S., Rendimento e composição de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) cultivados em pesque-pagues. **Archivos de Zootecnia**, v. 55, n. 211, p. 227-238, 2006.
- NG, W.; HANIM, R., Performance of genetically improved Nile tilapia compared with red hybrid tilapia fed diets containing two protein levels. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 965-972, 2007.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; PEZZATO A.C. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.
- RIBEIRO, R. P. **Desenvolvimento, sobrevivência e seletividade alimentar de pós-larvas de piavuçu, *Leporinus macrocephalus* (Osteichthyes, Anostomidae), submetidos a diferentes dietas, associados aos fatores abióticos e bióticos**. Maringá: - Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, 1999. Tese (doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais) – Universidade Estadual de Maringá.
- RODRIGUES, L.; THOMAZ, S. M.; AGOSTINHO, A. A. et al. **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais** – São Carlos RiMa, 2005, 333p.
- SANTOS, L. D.; ZARA, R. F.; VISENTAINERA, J. V. et al. Avaliação Sensorial e rendimento de filés defumados de tilápia *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757) na presença de alecrim (*Rosmarinus officinalis*). **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 406-412, 2007.

- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A. C. **Análise dos Alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3^a. ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002. 235p.
- SILVA, LILIAN C.R.; FURUYA, W. M.; BOTARO, D. et al. Níveis de treonina para a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, criadas em tanques-rede. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 937-942, 2006.
- SILVA, P.C.; KRONKA, S.N.; TAVARES, L.H.S. et al.. Desempenho produtivo da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em diferentes densidades e trocas de água em “raceway”. *Acta Scientiarum*, v. 24, n.4, p.935-941, 2002.
- SOUZA, M.L.R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1076-1084, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, a cada ano aumenta-se a produção intensiva de tilápias em gaiolas, em que os peixes dependem quase que exclusivamente dos nutrientes da dieta, sendo importante o uso de dietas completas para permitir o adequado desempenho produtivo e a saúde dos peixes.

São importantes os estudos sobre o padrão de crescimento e deposição de nutrientes para cada espécie (linhagem) e condição de criação, para permitir o melhor planejamento da criação, bem como reduzir custos com a alimentação e melhorar o retorno econômico.

Os aminoácidos sintéticos lisina e treonina contribuem para o crescimento da tilápia do Nilo, de 30 a 600 g, criadas em gaiolas, possibilitando a redução de proteína bruta de 35,25% para 33,16% sem prejuízo sobre o desempenho e composição corporal de tilápias do Nilo durante a fase de terminação.

O crescimento de tilápias é melhor descrito pelo modelo linear quadrático. Com o aumento da idade, ocorre aumento no ganho de peso diário, com piora na conversão alimentar e na utilização da fração nitrogenada da dieta.

O nutriente corporal que mais aumenta com a medida que aumenta o peso corporal é a gordura, principalmente em detrimento ao teor de umidade. O peso corporal é determinante no peso do filé e os nutrientes que mais influenciam o peso do filé são os teores de gordura e proteína.